

Metody badań osadów bagiennych

Paludal sediments and their methods of investigation

Sławomir Żurek*

*Instytut Geografii i Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana Kochanowskiego w Kielcach,
ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce*

Zarys treści: Zróżnicowanie warunków wodnych jest decydującym czynnikiem w akumulacji osadów bagiennych: torfów, mułów, gytii, utworów torfiastych i namułów. Badania terenowe polegają na wydobywaniu osadów (świdry), ich opisanie w polu i transporcie do laboratorium. Badania paleobotaniczne w torfach i gytii obejmują analizę szczątków wegetatywnych i generatywnych roślin, analizę pyłkową, analizę okrzemek oraz analizę niegenetyczną osadów Troels-Smitha. Badania paleozoologiczne dotyczą głównie analizy ameb skorupkowych, mięczaków, *Cladocera*, *Ostracoda* i *Chironomidae*. Metody chronometryczne ^{14}C , ^{210}Pb pozwalają określić wiek osadów. Precyzyjne rekonstrukcje paleoklimatyczne opierają się głównie o badania laminowanych osadów jeziornych, badania dendrochronologiczne i badania stabilnych izotopów.

Słowa kluczowe: osady bagienne, metody badawcze, metody terenowe, analizy paleobotaniczne, analizy paleozoologiczne, analizy chronometryczne, rekonstrukcja środowiska przyrodniczego.

Abstract: The differentiation of water conditions is a conclusive factor in accumulation of paludal sediments: peats, muds, gyttjas, peaty formations and silts. Field works rely on output of deposits (borers), description of them in area and carrying to laboratory. The palaeobotanical investigations of peat and gyttja range analysis of vegetative and generative plant remains, pollen analysis, diatom analysis, and non-genetic analysis of deposits by Troels-Smith. The palaeozoological studies mainly refer to analyses: testate amoebae (*Testacea*), molluscs, *Cladocera*, *Ostracoda* and *Chironomidae*. The chronometric methods ^{14}C , ^{210}Pb allow to set age of deposits. Precise palaeoclimatic reconstructions mostly base on annually laminated lake sediments, dendrochronological investigations and stable isotope studies.

Key words: paludal sediments, research methods, field works, palaeobotanical analyses, palaeozoological analyses, chronometric analyses, reconstruction of natural environment

Wprowadzenie

Osady bagienne tworzą się pod dominującym wpływem wody: gruntowej, powierzchniowej i atmosferycznej. Przy wysokim poziomie wody

gruntowej napływającej z otoczenia narastają osady torfiaste, torfy mechowiskowe i niskie torfy źródłiskowe. Wysoki poziom wód gruntowych połączony z zalewami wód rzecznych, jeziornych lub deluwialnych sprzyja powstawaniu mułów,

* e-mail: jacekteofil@tlen.pl

torfów szuwarowych, turzycowiskowych i olesowych. Przy długotrwałych zalewach rzecznych i głębokim opadaniu później poziomu wód gruntowych akumulują się namuły: piaszczyste, pylaste i ilaste. Zasilanie wodami atmosferycznymi przy nieznacznym dopływie wód gruntowych powoduje akumulację torfów przejściowych, a po uchyleniu dopływu gruntowego torfów wysokich. W zagłębieniach z jeziorami odkłada się gytia (Żurek, Tomaszewicz, 1989).

Każdy z wymienionych wyżej osadów ma inną genezę, odkłada się w różnych warunkach rzeźby, ma odmienną strukturę, zawartość części organicznych, kwasowość, a poddany różnorodnym badaniom może udzielać nam szereg cennych informacji o zmianach środowiska przyrodniczego, zwłaszcza paleohydrologicznych w późnym glacie i holocenie.

W 1939 roku M. I. Neustadt, wybitny torfoznawca i palinolog rosyjski, zredagował dwutomowy podręcznik pod tytułem: „Metody badań torfowisk”. W pierwszym tomie na 171 stronach omówiono prace polowe celem określenia roślinności (Neustadt), stopnia rozkładu torfu (Minkina, Varlygin), prace hydrogeologiczne (Dunajev) i metodykę pobierania prób (Minkina). W tomie drugim zestawiono metodykę prac laboratoryjnych i kameralnych. Na 116. stronach opisano analizy szczątków wegetatywnych roślin naczyniowych w torfie, torfowców, mchów brunatnych, turzyc i drzew (Korotkina, Grebienščikova, Neustadt, Matušenko), analizę pyłkową (Neustadt), analizy chemiczne i fizyczne torfu (Varlygin, Bradis).

W 1979 roku B.E. Berglund z Uniwersytetu w Lund, zredagował, dla potrzeb Międzynarodowego Programu Korelacji Geologicznej 158, „Paleohydrologiczne zmiany w strefie umiarkowanej w ostatnich 15 tys. lat” (Starkel, 1981), dwutomowy przewodnik metodyczny (dla podprojektu B „Jeziorne i torfowe środowiska”). W tomie pierwszym omówiono metodykę badania jezior (Digerfeldt), badań torfowisk (Aaby) oraz metodykę korelacji badań biostratygraficznych (Birks). Tom drugi dotyczy metod szczegółowych jak: datowania radioizotopowe, paleomagnetyczne, dendrochronologiczne, trwałych izotopów, analizy chemiczne, pyłkowe, okrzemkowe, *Cladocera*, *Chironomid*, *Risopoda*, makroszczątków roślinnych (Wasylikowa), *Coleoptera* i *Ostracoda*. Przewodniki te zostały wydane później w jednym tomie (Berglund, 1986).

W 1972 roku Nilsson a w 1994 r. Lang opublikowali podręczniki do badań roślinności czwarto-

rzędowej, Chairman (2002) podręcznik do badań torfowisk, w którym omawia procesy torfotwórcze, zmiany w torfowiskach i ich wykorzystanie. W każdym z tych rozdziałów dobrze prezentuje metody badawcze stosowane powszechnie w badaniach torfowisk.

W 1984 roku ukazał się angielski podręcznik Lowe’go i Walkera „Rekonstrukcja środowisk czwartorzędowych”, w którym autorzy przedstawili metody badawcze geomorfologiczne, litologiczne i biologiczne przy odtwarzaniu tych środowisk. Autorzy zebrali pełny zestaw metod badań osadów bagiennych (Lowe, Walker, 1997).

Tobolski opublikował w roku 2000 podręcznik „Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych” a kilka lat później polsko-angielską wersję przewodnika do prac laboratoryjnych i terenowych (Miotk-Szpiganowicz i in., 2005).

Badania terenowe

Prace nad osadami bagiennymi wymagają różnorodnego i specjalistycznego często sprzętu. Przeglądu sprzętu wiertniczego i sposobu pobierania osadów dokonał Tobolski (2000). Do badań osadów torfiastych, których miąższość nie przekracza 30 cm, wystarczy łopata, którą wykonujemy odkrywkę do 0,5 m głębokości. Na gładkiej ścianie odkrywki opisujemy osad i wycinamy próbki do analiz popielności i pH. Próbkę w ilości 1 – 2 pakujemy do woreczków plastikowych, notując na nich głębokość warstwy z próbką i nazwę obiektu. Mierzymy również poziom aktualnej wody gruntowej i poziom „ściany mokrej”, który jest wyznacznikiem poziomu długotrwałego. Podobnie badamy namuły opisując je na ścianie odkrywki, używając laski glebowej lub świdra glebowego, jeśli ich miąższość przekracza 0,5 m. Jeśli namuły mają przewarstwienia osadów mułowych lub torfowych pobieramy próbki do analiz popielności, pH lub analiz składu botanicznego. Muły od torfów różnią się tym, że zawierają wyłącznie bezpostaciowy humus, bez wyróżnialnych szczątków roślinnych. Poza tym mają one popielność powyżej 40-50% od domieszki materii mineralnej w postaci piasku, pyłu lub iłu. Obecność piasków, jeśli nie jest on widoczny, stwierdzamy „na zębach”. O zawartości iłu świadczy plastyczność osadów. Muły w zależności od ich genezy dzielimy na dwa rodzaje (Okruszko, 1969). Do badania mułów telmatycznych, których miąższość nie przekracza z reguły 50 cm, najczęściej zalegają-

cych na aluwialnych piaskach, wystarczają odkrywkę, muły limnetyczne są najczęściej znacznie większej miąższości i akumulują się w kopalnych starorzeczach, toteż do ich badań należy użyć świdra torfowego.

Do badań osadów torfowych używamy świdra torfowego Instorfu, pobierając 50 cm próby w postaci monolitu. Opisujemy torf bezpośrednio po wyjęciu świdra, jego naturalny kolor (ciemnieje po 1-2 minutach), zawartość głównych szczątków roślinnych, strukturę osadu oraz stopień jego rozkładu przez wyciskanie wody i rozmaz na dłoni.

Stopniem rozkładu nazywamy procentowy stosunek amorficznej rozłożonej masy do całkowitej masy próbki torfu. Stopień rozkładu określamy według skali 10-stopniowej podanej w 1924 roku przez von Posta (tab. 1). Można go też określić metodami laboratoryjnymi np. metodą mikroskopowo-procentową Varlygina (1924), metodą przemysławiania Kudrășova opracowaną w 1919 roku i Bielokopytova (1942), oraz metodą wagowo-objętościową P'âvchenki (1963). Omawia je w polskiej literaturze Maksimow (1965), Gawlik (1992) i Tobolski (2000).

Tabela 1. Skala v. Posta (1924) stopnia rozkładu torfu. Źródło: Maksimow A. (1965)

Table 1. V.Post 's scale of degree of peat humification . Source: Maksimow A. (1965)

Znak	Charakter rozkładu torfu	Zachowanie szczątków roślinnych	Barwa wody wyciskanej z torfu	Przeciskanie masy torfowej między palcami
H ₁	zupełnie nie rozłożony	daje się łatwo rozróżnić	przeźroczysta, bezbarwna	brak
H ₂	prawie nie rozłożony	j.w.	przeźroczysta, słabo żółta	brak
H ₃	bardzo słabo rozłożony	daje się odróżnić	mętna, o zabarwieniu brązowym	brak
H ₄	słabo rozłożony	j.w.	bardzo mętna, słabo brunatna	brak
H ₅	dostatecznie rozłożony	da się odróżnić tylko część szczątków	bardzo mętna, słabo brunatna	brak
H ₆	dostatecznie rozłożony	tylko drobna część daje się odróżnić	ciemna	jedna część masy torfowej przechodzi przez palce
H ₇	silnie rozłożony	nie da się rozróżnić szczątków	bardzo mało i bardzo ciemna	połowa masy przechodzi przez palce
H ₈	bardzo silnie rozłożony	j.w.	nie da się wycisnąć	dwie trzecie masy przechodzi przez palce
H ₉	prawie zupełnie rozłożony	brak	j.w.	prawie cała masa przechodzi przez palce
H ₁₀	zupełnie rozłożony	brak	j.w.	cała masa przechodzi przez palce

Silny rozkład torfu świadczy o obniżeniu się poziomu wody w torfowisku a dłuższe okresy suchości powodują, że torf zamienia się w bezpostaciową ciemną masę. Datowanie metodą radiowęglową warstewek silnie rozłożonych w różnych torfowiskach pozwoliło na ustalenie suchych okresów w holocenie, w których torf akumulował się bardzo powoli lub wcale (Żurek, Pazdur, 1999).

Po wykonaniu opisu przekładamy monolit do plastikowej rynienki opisanej flamastrem (miąższość w cm góry i dołu i nazwa obiektu) i zawijamy kilkakrotnie szczelnie cienką folią. Gytie podtorfowe badamy w ten sam sposób pobierając monolity aż do podłoża mineralnego. Do badań na torfowiskach można używać również sondy geo-

logicznej Więckowskiego, choć jej transport na miejsce badań jest trudniejszy a obsługa sondy wymaga 3 osób. W badaniach archeologicznych na torfowiskach stosuje się metodę długich na 5 lub 10 m i głębokich do 3 m wykopów. Opisujemy osady obu ścian wykopu, poczynając od dołu ku górze i notując szczególnie położenie artefaktów archeologicznych (Schild i in., 2003). Konieczne jest wówczas posiadanie pompy z silnikiem do wypompowania codziennie wody gruntowej z wykopu.

Do badań gytii w jeziorach używamy specjalistycznych sond geologicznych np. sondy Więckowskiego (1970), na specjalnych pomostach lub łodziach, a w warunkach zimowych wyrąbując

przerębel. Monolity z sond mają z reguły 1 m długości, czasem 2 m, a ich średnice mogą mieć 5 cm, 8 cm lub 10 cm. Monolity pakowane są w specjalne skrzynki 1 lub 2-metrowej długości. Dr Kazimierz Więckowski, dzięki skonstruowanej przez siebie sondzie wykonał olbrzymią pracę. Pobierał osady jeziorne do 25 m miąższości przy głębokościach wody dochodzących przy maksymalnej głębokości wody (w Tatrach) do 80 m. Najlepiej rozpoznał osady jezior mazurskich, ale wiercił również na wszystkich ważniejszych jeziorach Polski, zwłaszcza na Polesiu Lubelskim i jeziorach gostynińskich, gdzie odkrył 15-metrowy rdzeń osadów laminowanych jeziora Gościąż. Badał również osady jezior tatrzańskich i karkonoskich (Więckowski, 1988; 1993). Całość swych prac zamknął w opracowaniu „Zagadnienia genezy, wieku i ewolucji jezior poszczególnych regionów Polski w świetle badań ich osadów dennych”, obecnie pośmiertnie publikowanej (Żurek, 2009). Gytie opisujemy na świeżo notując jej barwę, wilgotność, strukturę (elastyczność, kruchość, plastyczność), kurczliwość, zawartość CaCO_3 (polanie 10% kwasem solnym), wkładki szczątków organicznych, zawartość mięczaków (Jasnowski, Markowski, 1964). Po badaniach chemicznych (popielność, Ca CO_3) określamy rodzaj i gatunek gytii (Markowski, 1980).

Badania paleobotaniczne

Podstawową analizą torfu prowadzącą do określenia jego genezy jest mikroskopowa analiza szczątków wegetatywnych roślin jak torfowce, mchy brunatne, krzewinki, drzewa, rośliny naczyniowe (w tym gatunki turzyc) oraz szczątków generatywnych w postaci owoców i nasion (por. Bertsch, 1941). Pozwala to określić rodzaje i gatunki torfu oraz ustalić szeregi sukcesyjne zbiorowisk roślinnych biorących udział w procesach paludyfikacji lub terrestrializacji (Marek, 1965; Tołpa i in., 1967; Pacowski, 1967; Grosse-Brauckmann, 1972; 1974; Oświt, 1973; Wasylkowa, 1973; Lowe, Walker, 1997; Tobolski, 2000; Drzymulska, 2003; Kloss, 2007; Kowalewski, 2007). Należy zaznaczyć, że badanie torfów i ich stopnia rozkładu pozwoliło Blyttowi już w 1876 r. na ustalenie pierwszego podziału klimatycznego okresu postglacjalnego, powszechnie używanego i dziś pod nazwą Blytta-Sernandera.

Pierwszy atlas do określania roślinnych szczątków w torfie opublikowali Kac i Kac w 1933 roku. Drugi atlas wydali pracownicy Instytutu Torfowego (Istomina i in., 1938). Na 38 tablicach pokazano mikroskopowe obrazy mchów, roślin naczyniowych, drzew i krzewów. Drugie wydanie tego atlasu ukazało się w 1959 roku (Dąbrowska i in., 1959). W 1965 roku Kac z żoną opublikowali atlas nasion i owoców spotykanych w biogenicznych osadach czwartorzędowych. Podobny atlas, ale tylko dla niektórych roślin naczyniowych i drzew, oparty o materiały z północnej i zachodniej Europy wydał w 1969 roku Berggren. W 1977 roku Kac i in. wydali drugi, znacznie rozszerzony atlas szczątków znajdujących w torfach (Kac i in., 1977).

Drugą nierównie szerzej rozwiniętą dziś analizą osadów torfowych i gytii, jest odkryta w 1916 r. przez von Posta analiza pyłkowa. Pozwala ona na ustalenie zmian szaty roślinnej lokalnej lub regionalnej rangi w późnym glacie i holocenie (Dyakowska, 1959; Faegri, Iversen, 1978; Dybova-Jachowicz, Sadowska, 2003; Berglund, Ralska-Jasiewiczowa 1986). Na podstawie tych zmian można wnioskować o pośrednim wieku badanych osadów. Pierwszą taką analizę w Polsce wykonał Szafran (1925) badając zmiany szaty roślinnej w rejonie holocenijskiego torfowiska Pakosław koło Łży, natomiast Szafer i Trela (1928) opublikowali pierwszy profil pyłkowy torfu interglacjalnego z Szeląga pod Poznaniem.

Analizą, która opisuje wszechstronnie same osady torfowe lub jeziorne, bez wnioskowania o ich genezie, jest niegenetyczna, klasyfikacja Troels-Smitha (1955), spopularyzowana u nas głównie przez Tobolskiego (1995, 2000). Badania szczątków roślin niższych jak okrzemki w gytiiach pozwalają mówić o kwasowości zbiornika jeziornego, o jego głębokości, termice wody i jej zasoleniu. Przygotowanie prób do tej analizy odbywa się różnymi sposobami, ale do określenia gatunków używa się mikroskopów optycznych, również mikroskopu elektronowego (Przybyłowska-Lange, 1973). Przy okazji badań metodą analizy pyłkowej notuje się szczątki glonów i grzybów, mogących dać nowe informacje ekologiczne dotyczące jezior i torfowisk (Geel, 1979). Odkrycie w osadach jeziornych czy torfowych pni drzew pozwala datować wiek ich obumarcia metodą dendrochronologiczną przez umiejscowienie ich w chronologiach lokalnych i regionalnych (Krapiec, 1995; 1998).

Badania paleozoologiczne

Cenne informacje dotyczące zmian środowiska przyrodniczego lokalnego czy regionalnego mogą dać badania zwierząt, od pierwotniaków począwszy do zwierząt wyższych. Wśród pierwotniaków najważniejszą grupą do badań torfowisk są ameby skorupkowe (*Testacea*). Pozwalają w torfach sfagnowych mówić o zmianach poziomu wody, okresach osuszeń i zwilgotnień w holocenie (Lamentowicz, Mitchell, 2005; Lamentowicz i in., 2006). Badania mięczaków, spotykanych najczęściej w spagowych warstwach gytii oraz w gytii przechodzącej w torf świadczą o warunkach ekologicznych w powstających i zanikających jeziorach (Alexandrowicz, 1987; Skompski, 1973, 1991). Wśród skorupiaków najważniejsza jest grupa (*Cladocera*) charakteryzująca paleolimnologiczne warunki jezior (Szeroczyńska, Sarmaja-Korjonen, 2007). Podobną rolę odgrywają małżoraczki (*Ostracoda*), wskazujące na głębokość jezior, na ich warunki termiczne, na zmiany poziomu wody (Skompski 1991). Dużą rolę wskaźnikową w badaniach osadów jeziornych odgrywają owady ochotkowate (*Chironomidae*), wskazując na warunki środowiska i klimat (Płóciennik, 2005). Z kręgowców w osadach jeziornych spotkać można szkielety ryb, a wyjątkowo ssaków, w tym człowieka, lub jego ślady w postaci warstw kulturowych w torfach lub gytiach.

Metody chronometryczne

Najszerzej stosowana w badaniach osadów bagiennych jest metoda ^{14}C , datująca nam torfy (najlepiej) lub gytie (często w późnym glacie postarzenie wyników) w sposób bezpośredni (Pazdur 1995). Pierwsze próby w Polsce datowania radiowęglowego pochodzą z początku lat 50-tych (Halicki, 1952; Mościcki, 1973). Wiarygodne są również daty z drewna lub węgla drzewnych znajdujących w torfie. Muły i mułki organiczne stwarzają duże problemy w procesie przygotowania prób i przy interpretacji uzyskanych wyników (Pazdur, 1982). Bardziej wiarygodne są daty z wybranych szczątków roślinnych tzw. AMS. Daty ^{14}C sięgają do 40-50 tys. lat, natomiast zasięg datowania metodą izotopu ołowiu ^{210}Pb w osadach jeziornych i torfowych wynosi 150 lat.

Rekonstrukcje paleoklimatyczne i paleoekologiczne w precyzyjnie określonej skali czasu, czyli rocznej, uzyskujemy poprzez badanie laminowa-

nych osadów jeziornych (Więckowski, 1991; Goslar, 1995). Najdłuższą z serii laminowanych na świecie, bo obejmującą 12,6 tys. lat, jest 15,6-metrowa seria Gościąza, jeziora z Pojezierza Płockiego, odkryta przez Więckowskiego w 1985 roku i szczegółowo przebadana w latach późniejszych (Ralska-Jasiewiczowa i in., 1998). Interesujące dane uzyskano również przy badaniu małego torfowiska Żabieniec koło Łodzi o głębokości 16,4 m, przebadanego metodami paleobotanicznymi, paleozoologicznymi i chronometrycznymi (Żurek i in., 2007).

Literatura

- Alexandrowicz S.W., 1987. Analiza malakologiczna w badaniach osadów czwartorzędowych. *Geologia*, 13, 1-2: 1-240.
- Belokopytov I.E., 1942. Opredelenie stepeni razlożeniâ torfa metodom mehaničeskogo otmučivaniâ. *Torfânaja promyšlennost*, 3: 17-20.
- Berggren G., 1969. Atlas of seeds and small fruits of Northwest European plant species with morphologie description. Part 2. Cyperaceae. Swedish Natural Science Research Council. Stockholm.
- Berglund B.E. (red.), 1979. Palaeohydrological changes in the temperate zone in the last 15 000 years. Subproject B. Lake and mire environments. Project 158 guide. Vol. I-III Dept. Quaternary Geology. Lund: 123: 163 i 340.
- Berglund B.E. (red.), 1986. Handbuch of Holocene palaeoecology and palaeohydrology. Wiley. Chichester.
- Berglund B.E., Ralska-Jasiewiczowa M., 1986. Pollen analysis and pollen diagrams. [W:] Berglund B.E. (red.), Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology Wiley. Chichester, Toronto: 455-484.
- Bertsch K., 1941. Früchte und Samen. Handbücher der praktischen Vorgeschichtsforschung. Stuttgart.
- Chairman D., 2002. Peatlands and Environment Change. Wiley, Chichester.
- Dombrovska A.W., Korenieva M.M., Tûremnov S.N., 1959. Atlas rastitielnych ostatkov wstriečzaûščichvsâ w torfie. Gosenergoizdat. Moskva – Leningrad.
- Drzymulska D., 2003. Znaczenie analizy subfosylowych makroszczątków roślinnych i stopnia rozkładu torfu dla rekonstrukcji paleośrodowiska. *Kosmos*, 52, 2-3: 299-306.

- Dyakowska J., 1959. Podręcznik palynologii. Metody i problemy. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Dybova-Jachowicz S., Sadowska A. (red.), Palinologia. Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków.
- Faegri K., Iversen J., 1978. Podręcznik analizy pyłkowej. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Gawlik J., 1992. Wpływ stopnia rozkładu torfu i stanu jego zagęszczenia na właściwości wodno-retencyjne utworów torfowych. IMUZ. Lublin-Falenty.
- v. Geel B., 1979. The application of fungal and algal Remains and other microfossils in palynological analyses. [W:] B. E. Berglund (red.), Palaeohydrological changes in the temperate zone in the last 15 000 years. Subproject B. Lake and mire environments. Project 158 guide. Vol II. Dept. Quaternary Geology. Lund: 169-176.
- Goslar T., 2005. Rocznie laminowane osady jeziorne. [W:] E. Mycielska-Dowgiałło, J. Rutkowski (red.), Badania osadów czwartorzędowych. Wydział Geografii i Studiów Regionalnych UW, Warszawa: 236-248.
- Grosse-Brauckmann G., 1972., 1974. Über pflanzliche Mikrofossilien mitteleuropäischen Torfe. *Telma*, 2: 19-55; 4: 51-117.
- Halicki B., 1952. Datowanie zjawisk geologicznych radiowęglem. *Wiadomości Muzeum Ziemi*, 6: 291-297.
- Istomina E.S., Korenieva M.M., Tûremnov S.N., 1938. Atlas rastitielnych ostatkov vstrečajemych v torfie. Izd. Akademii Nauk SSSR. Moskva – Leningrad.
- Jasnowski M., Markowski S., 1964. Klasyfikacja podtorfowych osadów organogenicznych oraz metody ich badań i określanie w terenie. [W:] III Polsko-Niemieckie Kolokwium Torfowe, 3, NOT, Warszawa: 77-86.
- Kac N. J., Kac S.W., 1933. Atlas rastitielnych ostatkov v torfie. *Sioldozgiz*: 1-72.
- Kac N. J., Kac S.W., Kipiani M.G., 1965. Atlas i opriedielitel plodov i semian vstriečaûščisâ v četvrtičnych otloženiâch SSSR. Nauka. Moskva.
- Kac N. J., Kac S.W. Skobiejeva E.I., 1977. Atlas rastitielnych ostatkov v torfach. Nauka, Moskva.
- Kloss M., 2007. Roślinność subfossylna na tle historii wysokich torfowisk mszarnych w północno-wschodniej i środkowej Polsce oraz w Sudetach. Instytut Badań Leśnictwa, Sękocin Stary.
- Kowalewski G., 2007. Analiza makroszczątkowa w badaniach paleolimnologicznych. *Studia Limnologica et Telmatologica* 1, 1: 67-82.
- Krapiec M., 1995. Metodyka badań dendrochronologicznych [W:] E. Mycielska-Dowgiałło, J. Rutkowski (red.), Badania osadów czwartorzędowych. Wydział Geografii i Studiów Regionalnych UW, Warszawa: 318-328.
- Krapiec M., 1998. Oak dendrochronology of the Neoholocene in Poland. *Folia Quaternaria*, 69: 5-133.
- Lamentowicz M., Obremska M., Mitchel E.A.D., 2006. Historia rozwoju dwóch torfowisk mszarnych w Borach Tucholskich. *Przegląd Geologiczny*, 54, 1: 76-80.
- Lamentowicz M., Mitchel E.A.D., 2005. The Ecology of Testate Amoebae (Protist) in Sphagnum in Northern-western Poland in Relation to Peatland Ecology. *Microbial Ecology*, 50: 48-63.
- Lang G., 1994. Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. Gustav Fisher Verlag, Jena, Stuttgart, New York.
- Lowe J. J., Walker M.J.C., 1997. Plant macrofossil analysis [W:] J.J. Lowe, M.J.C. Walker. (red.), Reconstructing Quaternary Environments. Longman Lim. Edinburgh: 182-190.
- Maksimov A., 1965. Torf i jego użytkowanie w rolnictwie. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa.
- Marek S., 1965. Biologia i stratygrafia torfowisk olszynowych w Polsce. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 57: 5-305.
- Markowski S., 1980. Struktura i właściwości podtorfowych osadów jeziornych rozprzestrzenionych na Pomorzu Zachodnim jako podstawa ich rozpoznawania i klasyfikacji. [W:] *Kreda jeziora i gytie*. Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi. Gorzów-Zielona Góra: 44-55.
- Miotk-Szpiganowicz G., Tobolski K., Zachowicz J. (red.), 2005. Osady zbiorników akumulacji biogenicznej. Przewodnik do prac laboratoryjnych i terenowych. PIG, Gdańsk.
- Mościcki W., 1973. Metoda badań radiowęglem ¹⁴C. [W:] E. Rühle (red.), Metodyka badań osadów czwartorzędowych. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa: 291-312.
- Nilsson O., 1972. Kompendium i kvartärpaleontologiska och undersökningsmetoder, Lunds. Universitet Lund.
- Neustadt M. I. (red.), 1939. Metody issledovaniâ torfânych bolot. *Trudy Centralnoj Torfânoj Bolotnoj Stancji* 5, Moskva č. I: 1-171; č. II.
- Okrusko H., 1969. Powstawanie mułów i gleb mułowych. *Roczniki Gleboznawcze*, 20, 1: 25-49.

- Oświt J., 1973. Warunki rozwoju torfowisk w dolinie dolnej Biebrzy na tle stosunków wodnych. *Roczniki Nauk Rolniczych Ser. D Monografie*: 143: 1-80.
- Pacowski R., 1967. Biologia i stratygrafia torfowiska wysokiego Wieliszewo na Pomorzu Zachodnim. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 76: 101-196.
- Pazdur M. F., 1982. Badanie dokładności datowania metodą ^{14}C późnoplejstoczeńskich i holoczeńskich osadów organogenicznych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Matematyka-Fizyka*, 41: 1-81.
- Pazdur M. F., 1995. Oznaczanie wieku osadów metodami izotopowymi. [W:] E. Mycielska-Dowgiałło, J. Rutkowski (red.), *Badania osadów czwartorzędowych. Wydział Geografii i Studiów Regionalnych UW, Warszawa*: 329-356.
- Pāvčenko N. I., 1963. Stepen' razloženiâ torfa i metody ee opredeleniâ. *Institut Lesa i Drevesiny. Krasnojarsk*.
- Plóciennik M., 2005. Zastosowanie subfosylnych szczątków ochotkowatych (Diptera, Chironomidae) w badaniach nad klimatem i rekonstrukcją zmian w środowisku. *Kosmos*, 54, 4: 401-406.
- v. Post L., 1916. Om skogsträdpollen i sydsvenska torvmossagerföldjer. *Geol. Fören. Stock. Försh*, 38: 384.
- v. Post L., 1924. Das genetische System der organogenen Bildungen Schwedens. *Comité Internat. de Pédologie. IV Commission*, 22.
- Przybyłowska-Lange W., 1973. Badanie okrzemek. [W:] E. Rühle (red.), *Metodyka badań osadów czwartorzędowych. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa*: 210-218.
- Ralska-Jasiewiczowa M., Goslar T., Madeyska T., Starkel L. (red.), 1998. *Lake Gościąg, (Central Poland). A Monographic Study. Part 1. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków*.
- Schild R., Tobolski K., Kubiak-Martens L., Bratlund B., Eicher U., Calderoni G., Makowiecki D., Pazdur A., Pazdur M., Schweingruber F.H., Van Neer W., Winiarska-Kabacińska M., Żurek S., 2003. *Harvesting pike at Tłokowo* [W:] L. Larsson (red.), *Mesolithic on the Move, Sixth International Conference on the Mesolithic in Europe. Stockholm 2000. Oxbow Books*: 149-155.
- Skompski S., 1973. Badanie mięczaków. [W:] E. Rühle (red.), *Metodyka badań osadów czwartorzędowych. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa*: 231-255.
- Skompski S., 1991. *Fauna czwartorzędowa Polski. Bezkręgowce. Wydawnictwa UW, Warszawa*.
- Starkel L., 1981. Paleohydrologiczne zmiany w strefie umiarkowanej w ostatnich 15 000 lat – problem nr 158 Międzynarodowego Programu Korelacji Geologicznej (IGCP) i udział Polski w realizacji tego problemu. *Przegląd Geograficzny*, 53, 1: 105-120.
- Szafer W., Trela J., 1928. *Flora międzylodowcowa z Szeląga pod Poznaniem ze szczególnym uwzględnieniem analizy pyłkowej. Sprawozdania Komisji Fizjograficznej Akademii Umiejętności*, 63.
- Szafran B., 1925. Der Bau und das Alter des Mooses von Pakosław bei Iłża in Mittelpolen. *Bull. Acad. Pol., Ser. B.*: 751-768.
- Szeroczyńska K., Sarmaja-Korjonen K., 2007. *Atlas of Subfossil Cladocera from Central and Northern Europe, Friends of the Lower Vistula Society, Świecie*.
- Tobolski K., 1995. *Genetyczna i niegenetyczna klasyfikacja osadów biogenicznych*. [W:] E. Mycielska-Dowgiałło, J. Rutkowski (red.), *Badania osadów czwartorzędowych. Wydział Geografii i Studiów Regionalnych UW, Warszawa*: 267-293.
- Tobolski K., 2000. *Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych.. PWN, Warszawa*.
- Tołpa S., Jasnowski M., Pałczyński A., 1967. *System der Genetischen Klassifizierung der Torfe Mitteleuropas. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 76: 9-99.
- Troels-Smith J., 1955. Karakterisssung af lose jordarter. *Danmarks Geologiske Undersøgelse, IV series 3,10*: 1-73.
- Varlygin P.D., 1924. *Opredelenie stepeni razloženiâ torfa dlâ praktičeskich celej. Torfânoe Delo*, 9.
- Wasylikowa K., 1973. *Badanie kopalnych szczątków roślin wyższych*. [W:] E. Rühle (red.), *Metodyka badań osadów czwartorzędowych. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa*: 161-210.
- Więckowski K., 1970. A new type of lightweight piston core sampler. *Bull. of the Pol. Acad. of Sci. Geol., Geogr.*, 18; 1: 57-62.
- Więckowski K., 1988. *Wahania poziomu jezior a zmiany wilgotności klimatu*. [W:] Z. Churski (red.), *Naturalne i antropogeniczne przemiany jezior i mokradeł. Rozprawy UMK Toruń*: 68-78.
- Więckowski K., 1991. *Rola laminowanych osadów jeziornych w badaniach paleolimnologicznych. Przegląd Geograficzny*, 63, 3-4: 325-342.
- Więckowski K., 1993. *Proces sedymentacji i tem-*

- po akumulacji osadów dennych w wybranych jeziorach. [W:] I. Dynowska (red.), *Przemiany stosunków wodnych w Polsce w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych*. UJ Kraków: 88-97.
- Żurek S. (red.), 2009. Kazimierz Więckowski twórca nowoczesnej paleolimnologii polskiej. *Studia Limnologica et Telmatologica, Suppl.*, 1.
- Żurek S., Bałwierz Z., Forysiak J., Kittel P., Kloss M., Lamentowicz M., Pawłowski D., Twardy J., 2007. The Holocene history of the development of the Zabieniec peatland near Lodz (Central Poland) including the anthropogenic impact. *Proceedings of the Second International Field Symposium, Chanty-Mansiysk, August 24-September 2, 2007*: 27-28.
- Żurek S., Pazdur A., 1999. Zapis zmian paleohydrologicznych w rozwoju torfowisk Polski. [W:] A. Pazdur, A. Bluszcz, W. Stankowski, L. Starkel (red.), *Geochronologia górnego czwartorzędu Polski w świetle datowania radiowęglowego i luminescencyjnego*. Instytut Fizyki Politechniki Śląskiej, Gliwice: 215-225.
- Żurek S., Tomaszewicz H., 1989. Badanie bagien. [W:] M. Gutry-Korycka, H. Werner-Więckowska (red.), *Przewodnik do hydrograficznych badań terenowych*. PWN, Warszawa: 190-210.



Fot. 1. Prezentacja świderów Eikelkampa. Torfowisko Żabieniec koło Łodzi. 28 09.2006, fot.S. Żurek

Photo 1. Presentation of Eikelkamp' borers. Żabieniec mire near Lodz. 28 09.2006, phot.S. Żurek



Fot. 2. Odslonięcie torfowiska Izerskiego podciętego przez Jagnięcy Potok. Hala Izerska. 21.06.2007, fot. S. Żurek

Photo 2. Expose of Izerskie bog undercut by Jagnięcy Stream. Hala Izerska. 21.06.2007, phot. S. Żurek



Fot. 3. Ponton zespołu badawczego prof. R.Gradzińskiego w badaniach torfowiska w anastomozującej dolinie górnej Narwi. Kurowo. 15.06.1999, fot. S. Żurek

Photo. 3 Pontoon of prof.R.Gradziński's team in peat investigation of anastomosing Upper Narew River. Kurowo. 15.06.1999, phot. S. Żurek



Fot. 4. Wycinanie górnej warstwy torfu przez prof. Steinnesa z Norwegii do badań chemicznych na wysokim torfowisku Słowino (Pomorze Zachodnie), 12.08.1999, fot. S. Żurek

Photo 4. Cutting upper layer by prof. Steinnes from Norway to chemical investigation on the bog Slowino (Western Pomerania). 12.08.1999, phot. S.Żurek



Fot. 5. Przejście gytii grubodetrytusowej w gytie wapienną (250-300 cm) na torfowisku wysokim w zatoce Słupiańskiej Wigier. 27.06.2009, fot. S. Żurek

Photo 5. Transition of coarse detrital gyttja to gyttja calcareous on the bog (250-300cm) Słupiańska Bay of Wigry. 27.06.2009, phot. S. Żurek



Fot. 6. Pakowanie monolitów torfu przez prof. M.Rybicką na torfowisku Białe (Pojezierze Gostynińskie). 11.07.2006, fot. S. Żurek

Photo 6. Packing of monoliths by prof. M.Rybicka on the Białe mire (Gostynińskie Lake District) 11.07.2006, phot. S. Żurek



Fot. 7. Opis gytii wapiennej ze szczątkami organicznymi na wysokim torfowisku zatoki Słupiańskiej Wigier. 27.06.2009, fot. M. Monkosa

Phot. 7 Description of calcareous gyttja with organic remains on the bog of the Słupiańska Bay of Wigry. 27.06.2009, phot. M. Monkosa



Fot. 8. Mięczaki w osadach gytii wapiennej w torfowisku zatoki Słupiańskiej Wigier. 27.06.2009, fot. K. Chłopek

Photo 8. Molluscs in calcareous gyttja on the bog of the Słupiańska Bay of Wigry. 27.06.2009, phot. K. Chłopek