

SYGNAŁY ZMIAN KLIMATYCZNYCH PÓŹNEGO VISTULIANU W ARCHIWACH BIOGENICZNYCH REGIONU ŁÓDZKIEGO

ZARYS TREŚCI

W ostatnich latach znacząco zwiększyła się ilość danych będących źródłem informacji na temat środowiska późnego vistulianu. Jest to rezultat zwiększonego zainteresowania badaniami osadów biogenicznych, zawierających szczątki organiczne pozwalające na rekonstrukcję warunków środowiska przyrodniczego. Cennym naturalnym archiwum są te profile ze zbiorników akumulacji biogenicznej, w których zarejestrowana została zmienność tego okresu zarówno pod względem ekologicznym, jak i zróżnicowania procesów morfogenetycznych. W artykule przedstawiono stanowiska regionu łódzkiego posiadające najpełniejszą dokumentację, opracowaną w ramach badań interdyscyplinarnych. Zwrócono uwagę na możliwości rekonstrukcyjne parametrów środowiska, jaką dają poszczególne analizy paleośrodowiskowe. Wskazano na przewagę stanowisk Polski Środkowej, w stosunku do stanowisk strefy młodoglacjalnej, spowodowane wcześniejszym rozpoczęciem cyklu akumulacji biogenicznej.

Słowa kluczowe: naturalne archiwa, rekonstrukcja środowiska, badania interdyscyplinarne, paleogeografia, Polska Środkowa

WPROWADZENIE

W drugiej połowie XX w., w badaniach współczesnego stanu środowiska, a także analizach paleogeograficznych i paleoekologicznych, coraz wyraźniejszy jest udział prac prowadzonych w zespołach badawczych obejmujących kilka, a czasem kilkanaście rodzajów analiz, których przedmiotem jest ten sam obiekt geomorfologiczny czy geologiczny. Najlepsze efekty takie wielokierunkowe analizy przynoszą wówczas, gdy prowadzone są synchronicznie oraz zmierzają do wspólnych syntez i wniosków. Jednymi z obiektów, najczęściej badanych przez zespoły interdyscyplinarne, są zbiorniki akumulacji osadów biogenicznych, głównie misy jezior i torfowisk. Z natury tych obiektów wynikają możliwości deponowania i konserwacji materiału geologicznego, a także złożony zespół warunków wpływających na ich funkcjonowanie. Są one powodem dla którego dokonuje się kompleksowych studiów, angażujących specjalistów z różnych dziedzin. Wykorzystywane metody należą do grupy badań geologicznych, geomorfologicznych, paleobotanicznych, paleozoologicznych, geochemicznych, geochronometrycznych i archeologicznych.

Badania interdyscyplinarne jezior lub torfowisk prowadzone są zwykle w dwóch płaszczyznach. Pierwsza dotyczy specjalistycznych analiz na obiektach określonego obszaru. Druga to laboratoryjna analiza osadów, skoncentrowana na określonych profilach utworów biogenicznych, dająca wielowskaźnikowe wyniki (*multiproxy*).

W artykule, stanowiącym przegląd opublikowanych dotychczas prac, zostały zebrane wyniki badań interdyscyplinarnych osadów biogenicznych torfowisk, jak też kopalnych jezior i mokradeł regionu łódzkiego, które zdeponowane zostały w okresie vistuliańskiego późnoglacjalnego ocieplenia, cechującego się dużą zmiennością klimatu, towarzyszącą transformacją warunków peryglacjalnych na umiarkowane.

Zmiany klimatu późnego vistulianu, które kierowały przemianami środowiska, mają charakter globalny. Zarejestrowany we wskaźnikach z grenlandzkich rdzeni lodowych generalny trend w kierunku ocieplenia u schyłku plejstocenu rozpoczął się około 14 700 kalibrowanych lat BP (wg *event stratigraphy* – Björck i in. 1994; Walker i in. 1999). Początek tego okresu

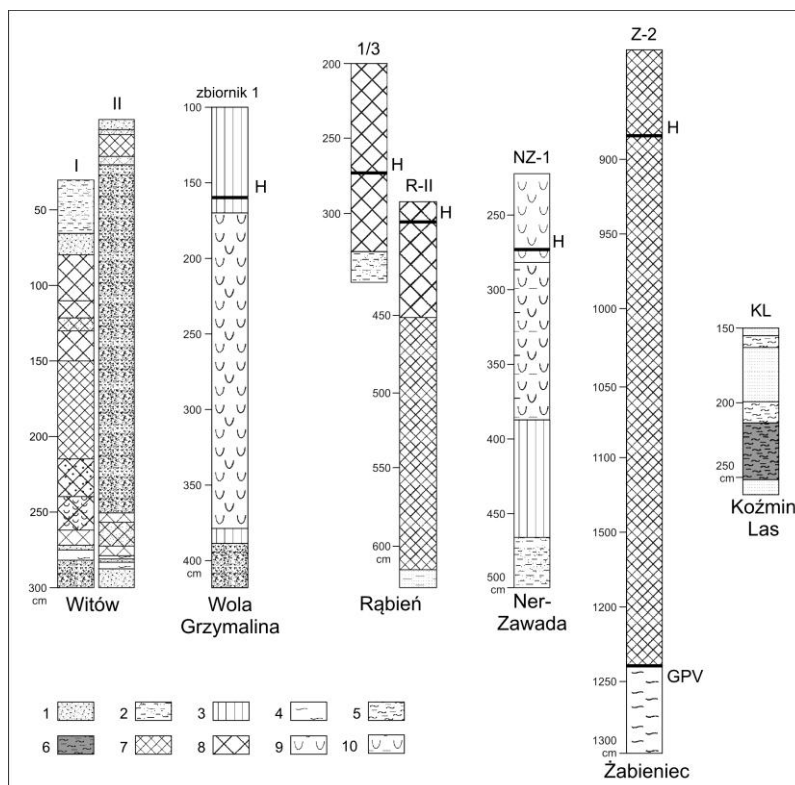
* Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Katedra Geomorfologii i Paleogeografii, ul. Narutowicza 88, 90-139 Łódź, e-mail: dadziedu@geo.uni.lodz.pl; jacekfor@interia.eu

odznaczał się gwałtownym wzrostem temperatury podczas Greenland Interstadial (bölling? Meien-dorf?). Po nim nastąpiły mniejszej rangi fluktuacje, w stratygrafii kontynentalnej korelowane z ochłodzeniem starszego dryasu oraz ze zróżnicowaną w czasie ciepłą fazą allerödu. Po nich miało miejsce raptowne pogorszenie warunków Greenland Stadial, czyli młodszy dryas, które zahamowało na około 1100 lat późnovistuliańską poprawę warunków klimatycznych.

Różnice w chronologii późnego glaciału vistulianu, wyróżnienie lub brak poszczególnych jednostek w lądowych stratygrafiach regionalnych są pochodną różnic stosowanych kryteriów podziałów. W stratygrafii opartej na zmianach szaty roślinnej ochłodzenie starszego dryasu często nie zaznaczyło się w sposób wystarczający do uznania go za odrębną jednostkę (np. Tobolski 1998). Z kolei dowody morfologiczne w postaci faz akumulacji wydmowej nie pozostawiają

wątpliwości co do wydzielania tej fazy (np. Ma-nikowska 1995). Różnie ujmowany jest również początek późnego vistulianu.

Kwestie chronostratygrafii oraz miejsca późnego vistulianu w stratygrafii późnego plejstocenu w kontekście danych z regionu łódzkiego zostały przedyskutowane przez Forysiaka (2012) oraz poruszone przez Dzieduszyńską (2013, w tym tomie). Zgodnie z przedstawionymi poglądami w niniejszym artykule późny vistulian rozumiany jest jako czas od końca plenivistulianu (17 000 lat kalibrowanych BP – wraz z fazą epe/kamion) do początku ocieplenia preborealnego w holocenie (11 500 lat kalibrowanych BP). Wyniki wieloskaźnikowych badań interdyscyplinarnych opracowanych profili osadów organicznych dostarczają informacji przydatnych do uporządkowania i weryfikacji kwestii stratygraficznych w skali regionalnej.



Rys. 1. Zestawienie profili litologicznych badanych osadów biogenicznych późnego vistulianu

grubszą linią zaznaczono na profilach granice stratygraficzne późnego vistulianu z holocenem (H) i z górnym plenivistulianem (GPV)

litologia: 1 – piaski, 2 – piaski i rozproszoną materią organiczną, 3 – torfy, 4 – mulki mineralno-organiczne (jeziorne), 5 – mulki organiczno-mineralne, 6 – mulki organiczne, 7 – gytia drobnodetrytusowa, 8 – gytia grubodetrytusowa, 9 – gytia węglanowa, 10 – gytia ilasto-węglanowa

Lithological profiles of the studied Late Vistulian biogenic sediments

thicker line marks stratigraphical boundaries between Late Vistulian with Holocene (H) and with Upper Plenivistulian (GPV)

lithology: 1 – sand, 2 – sand with scattered organic matter, 3 – peat, 4 – mineral-organic lacustrine silt, 5 – organic-mineral silt, 6 – organic silt, 7 – fine detrital gyttja, 8 – coarse detrital gyttja, 9 – calcareous gyttja, 10 – clay calcareous gyttja

Oczywiste jest, że złożone warunki środowiskowe pociągały za sobą zmiany warunków środowiska zbiorników akumulacji biogenicznej, a także dużą dynamikę procesów morfogenetycznych w ich otoczeniu. Ta zmienność i dynamika zostały zapisane w zdeponowanych wówczas osadach, a właściwa i możliwie pełna interpretacja tego zapisu oraz rekonstrukcja warunków paleośrodowiska późnego vistulianu, wymagają objęcia takich miejsc badaniami interdyscyplinarnymi. Pomimo znacznej ilości stanowisk

z udokumentowanymi osadami biogenicznymi wskazanego wieku, jedynie dla kilku obiektów podjęto badania w szerokim zakresie: Witów, Rąbień, torfowiska w dolinie Świętojanki (Wola Grzymalina), Ner-Zawada, Żabieniec i Koźmin Las (rys. 1, tab. 1). Dla szeregu stanowisk wykonano na ogół jedynie analizę litologiczną i pyłkową, uzupełnioną pojedynczymi oznaczeniami wieku osadów organicznych (por. Dzeduszyńska 2011; Forysiak 2012).

Tabela 1

Zestawienie analiz paleoekologicznych wykonanych dla osadów biogenicznych późnego vistulianu w wybranych stanowiskach regionu łódzkiego

Results of palaeoecological analyses of biogenic sediments in selected sites of the Łódź Region

| stanowisko rodzaj analizy | Witów profile I+II 2,4 + 1,1 m | Wola Grzymalina zbiornik 1 2,0 m | Rąbień profile: 1/3 2/3; 3; R-II 0,4 + 0,3 + 2,3 m | Ner-Zawada profil NZ-1 2,1 m | Żabieniec profil Z-2 2,8 m | Koźmin Las profil KL 0,5 m |
|------------------------------|--------------------------------------|---|---|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Palinologia | (1964) 48 + 41 próbek | (1997) 11 próbek | (2005) 10 próbek (2012) 24 próbki | (2010) 26 próbek | (2010) 36 próbek | (2013) 17 próbek |
| Makroszczałki roślinne | (1964) 36 + 16 próbek | | (2005) 4 próbki | | (2010) 3 próbki | (2013) 13 próbek |
| Okrzemki | | | | | (2010) 41 próbek | |
| Wioślarki | | | | (2010) 26 próbek | (2010) 58 próbek | (2013) 13 próbek |
| Muchówki | | | | | (2010) 25 próbek | (2013) 13 próbek |
| Geochemia | | (1992) 18 próbek | (2012) 46 próbek | | (2010) 50 próbek | |
| Datowania radiowęglowe | (1964) 4 próbki | (1992) 1 próbka | (2005, 2012) 4 próbki | (2010) 1 próbka | (2010) 2 próbki | (2013) 25 próbek |
| Paleopedologia | | (1992) | | | | (2013) |
| Inne | | | | | | (2013) |
| Łączna ilość oznaczeń | 145 | 30 | 88 | 53 | 215 | 81 |

w główce tabeli podano oznaczenia badanych profili oraz miąższość osadów w odcinkach skorelowanych z późnym vistulianem, poniżej daty pierwszych publikacji wyników oraz ilość oznaczonych próbek w poszczególnych analizach

head of the table contains signatures of the profiles and thickness of Late Vistulian sediments, below dates of first publication and the amount of samples

W regionie łódzkim, z racji położenia w strefie staroglacjalnej, brakuje osadów jeziornych o dobrze zachowanej laminacji, pozwalających na prowadzenie rekonstrukcji zmian wielu elementów środowiska przyrodniczego z dużą rozdzielczością czasową (*high resolution*) i przedstawianych na skali czasu lat kalendarzowych. Sygnały zmian klimatycznych oraz szerzej, środowiskowych późnego vistulianu, są w regionie zachowane w osadach biogenicznych torfowisk lub nie-

wielkich, płytkich jezior. Są to głównie torfy, gytie lub kreda jeziorna, a udokumentowane profile osadów uzyskano z obiektów o różnej genezie i morfologii, co poza możliwościami odtworzenia cech klimatu opisywanego okresu, pozwala także na ocenę lokalnych warunków i procesów geomorfologicznych. Rozdzielczość czasowa jest tutaj osiągnięta poprzez możliwie duże zagęszczenie poboru próbek poddawanych następnie analizom.

PRZEGLĄD BADAŃ OSADÓW BIOGENICZNYCH ZE STANOWISK REGIONU ŁÓDZKIEGO I ICH WYMOWA PALEOGEOGRAFICZNA

Witów to pierwsze w regionie łódzkim stanowisko zbadanych osadów biogenicznych późnego vistulianu, dla którego można mówić o badaniach interdyscyplinarnych: geologicznych (Dylikowa 1958), archeologicznych (Chmielewska, Chmielewski 1960) i paleobotanicznych (Wasylikowa 1964). Torfowisko, wraz z przylegającą do niego wydumą, położone jest w pradolinie warszawsko-berlińskiej, w jednej z rozległych i słabo zarysowanych we współczesnej rzeźbie terenu dolin rozcinających poziom równiny Woli Mąkolskiej. Osady biogeniczne późnego vistulianu uzyskano z wykopów oraz wierceń ściśle związanych ze stanowiskami analizowanymi archeologicznie i o oznaczonej litologii, które prezentowały utwory zdeponowane w strefie kontaktu wydmy i torfowiska (jeziora). Analizom paleobotanicznym (pyłkowej i makroszczałków roślinnych) w tej części stanowiska poddano 5 profili (Wasylikowa 1964, 1999), zbudowanych z torfów i utworów jeziornych, zawierających domieszki piasku (rys. 1). Wykonana została także analiza pyłkowa osadów jeziornych z obszaru torfowiska Silne Błoto (Wasylikowa 2011). Profil Witów I, obejmujący utwory organiczno-mineralne późnego vistulianu o miąższości 2,4 m, udokumentowano 48 próbkami poddanymi analizie pyłkowej oraz 36 próbkami dla których oznaczono skład makroszczałków roślinnych (tab. 1) (Wasylikowa 1964). Pozwoliły one na wyróżnienie zapisu ochłodzeń najstarszego, starszego i młodszego dryasu oraz rozdzielających je ociepleń bölling i alleröd. Dla profilu Witów II, gdzie miąższość osadów organiczno-mineralnych późnego vistulianu była mniejsza niż w profilu Witów I (łącznie 1,1 m), spektrum pyłkowe oznaczone zostało dla 41 próbek, zaś skład makroszczałków dla 16 próbek (tab. 1). Daje to rozdzielczość około 2,5 cm, jaka nie została dotychczas osiągnięta w żadnym innym stanowisku w regionie łódzkim. Dla osa-

dów z profilu Witów II wykonano także datowania radiowęglowe (Wasylikowa 1964), jedne z pierwszych oznaczeń wieku utworów późnowistulianских w Polsce, których wyniki bardzo dobrze odpowiadają współczesnym schematom stratygraficznym. Pozostałe profile obejmowały utwory o mniejszej miąższości oraz krótszym czasie akumulacji.

Dzięki badaniom utworów w Witowie Wasylikowa (1964) zaproponowała schemat zmian warunków klimatyczno-wilgotnościowych dla późnego vistulianu, który bez większych modyfikacji zachowuje do dziś swą aktualność. W pracy z 1999 r. Wasylikowa dokonała pewnych modyfikacji schematu młodszego dryasu, korelując go z wynikami badań osadów laminowanych z jeziora Gościąż (Rałska-Jasiewiczowa i in. 1998). Stanowisko Witów, pomimo upływu 50 lat od opracowania wyników badań paleobotanicznych, pozostaje podstawowym dla stratygrafii i paleogeografii późnego vistulianu w Polsce.

W obrębie odkrywki Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”, w dolinie **Świętojanki**, zostały udokumentowane 4 misy torfowisk, z utworami jeziornymi w podłożu serii torfów (Goździk, Konecka-Betley 1992a). Największa z nich, określona jako zagłębienie nr 1, w Woli Grzymalinie, zawiera w spągu cienką wkładkę torfu zielnego, a podstawową serię wypełnienia biogenicznego stanowi kreda jeziorna o miąższości niemal 2 m, przykryta przez torfy (rys. 1) (Goździk, Konecka-Betley 1992a). Wypełnienia zagłębienia poddano badaniom litologicznym. Dokonano również analizy składu chemicznego i mineralogicznego. Dla profilu z zagłębienia nr 1 analizy objęły 18 próbek (Goździk, Konecka-Betley 1992b). Z zagłębienia 1 i 3 także pobrano próbki do analizy palinologicznej, dla 12 próbek z zagłębienia 1 oznaczono spektra pyłkowe (tab. 1) (Balwierz,

Goździk 1997). Uzyskane wyniki, z rozdzielczością 20 cm, oraz datowanie spągowej warstwy torfu dały jedynie podstawy do określenia przybliżonego wieku wypełnienia. Uznano, iż torfowisko zaczęło rozwijać się w najstarszym dryasie, a w okresie böllingu rozpoczęło się wytopianie lodu gruntowego i powolne obniżanie powierzchni zajętej przez torfowisko. W wyniku wytopienia powstało jeziorko, gdzie w starszym dryasie, allerödzie i młodszym dryasie trwała akumulacja osadów węglanowych (Goździk, Konecka-Betley 1992a; Balwierz, Goździk 1997). Pod koniec młodszego dryasu jeziorko uległo zatorfieniu.

Torfowisko Rąbień jest położone na pograniczu Łodzi i Rąbienia, w strefie działu wodnego pierwszego rzędu. Zajmuje kopalne obniżenie, zamknięte przez ciąg wydm (Marosik 2011; Forysiak 2012). Utwory biogeniczne były przedmiotem analiz paleobotanicznych (Balwierz 2005, 2011; Kloss 2005, 2007; Kloss, Żurek 2005), zaś na przyległych od zachodu wydmach wykonano badania archeologiczne (Niesiołowska-Śreniowska, Płaza 2011). Analizie pyłkowej i makroszczałków roślinnych poddano rdzeń osadów pobrany we wschodniej części zbiornika, obejmujący serię jeziorną i przykrywającą ją torfy. Z późnym vistulianem skorelowano spągową serię osadów jeziornych, o miąższości około 45 cm, w której spektra pyłkowe wskazują na starszy dryas, alleröd i młodszy dryas (Balwierz 2005). Wiek potwierdziły datowania radiowęglowe (Balwierz 2005; Kloss 2005).

W 2010 r., dzięki szczegółowemu kartowaniu miąższości wypełnienia biogenicznego misy torfowiska, udokumentowano w jej środkowej części przegłębienie, gdzie zdeponowane osady mają łączną miąższość 6,2 m (Forysiak 2012; Okupny 2013), z czego na późny vistulian przypada 2,2 m profilu gytii detrytusowo-ilastej (rys. 1). Rdzeń ten został opróbowany z rozdzielczością 5 cm. Następnie zagęszczono opróbowanie do 1 cm. Wstępne, opublikowane dotychczas wyniki (Forysiak i in. 2012), wskazują ciągłość akumulacji jeziornej od najstarszego dryasu po neoholocen, z dobrze zapisanymi fazami ociepleń i ochłodzeń późnovistuliańskich. Dla osadów tych wykonane zostały analizy: palinologiczna (M. Obremska), makroszczałków roślinnych (M. Słowiński), muchówek (M. Płóciennik), okrzemek (A. Witkowski), wioślarek (D. Pawłowski) oraz geochemiczna (R.K. Borówka), uzupełnione 7 oznaczeniami wieku (tab. 1). Obecnie przygotowywana jest publikacja ich wyników, obejmująca okres

późnego vistulianu, ukazująca zmienność warunków klimatycznych i siedliskowych.

W dolinie Neru, w rejonie gdzie rzeka wkracza w obręb pradoliny warszawsko-berlińskiej, na rozległej równinie aluwialnej, stanowiącej wspólny poziom morfologiczny niskiej terasy i dna doliny, występuje kilka torfowisk. W jednym z nich, określanym jako **Ner-Zawada**, udokumentowano znacznej miąższości przegłębienie, wypełnione niemal 5-metrową serią utworów biogenicznych. Ich dolny odcinek o miąższości 2,1 m został złożony w późnym vistulianie (Forysiak i in. 2010 a; Forysiak 2012). Na serii piasków z humusem zalega warstwa torfu niskiego, złożonego w böllingu i starszym dryasie, przykryta gytią ilasto-wapienną (rys. 1), skorelowaną czasowo z allerödem i młodszym dryasem (Forysiak i in. 2010 a). Dla utworów tych wykonano oznaczenia podstawowych cech fizykochemicznych (zawartości węgla, węglanu wapnia i odczynu – w rozdzielczości 10 cm), przeprowadzono analizę pyłkową (M. Obremska) oraz analizę wioślarek (D. Pawłowski), którym poddano 26 próbek (tab. 1) z odcinka skorelowanego z późnym vistulianem (Forysiak i in. 2010a).

Stanowisko to jest jednym z nielicznych udokumentowanych dotychczas przykładów zbiornika (obok opisanego powyżej z Woli Grzymaliny), gdzie torfowisko w późnym vistulianie przeszło w fazę jeziorną. Zbiornik Ner-Zawada w późnym vistulianie, zarówno w fazie torfowiska, jak i jeziora, zasilany był wodami gruntowymi, zasobnymi w węglan wapnia, co wpływało na warunki siedliskowe roślin oraz organizmów wodnych, dając nieco odmienny zapis niż w innych stanowiskach regionu (Forysiak i in. 2010a). Pierwotnie przyjęto, że przegłębienie może mieć związek procesami rzecznyymi Neru na przełomie plenivistulianu i późnego vistulianu (Forysiak i in. 2010a), jednak budowa geologiczna otoczenia i podłoża torfowiska, a także analogie w stratygrafii wypełnienia ze wspomnianym powyżej stanowiskiem w dolinie Świętojanki, pozwoliły powiązać genezę zagłębienia i jego zmiany w późnym vistulianie z procesami termokrasowymi (Forysiak 2012).

Torfowisko Żabieniec położone jest w obrębie Wysoczyzny Łódzkiej, około 25 km na wschód od centrum Łodzi. Zlokalizowane jest w środkowej części obniżenia o genezie wytopiskowej (Nowacki 1990; Forysiak, Twardy 2010), położonego w obszarze wododziałowym pomiędzy dolinami Mrogi i Mroźnicy. Powierzchnia współczesnego torfowiska jest niewielka – około 2,4 ha. W misie torfowiska zalegają osady bio-

geniczne późnego vistulianu i holocenu o największej dotychczas stwierdzonej w regionie łódzkim miąższości, wynoszącej łącznie 12,4 m (Balwierz i in. 2009; Lamentowicz i in. 2009). Osady te rozpoznane zostały w 2001 r., kiedy pobrano pierwszy rdzeń osadów. W 2005 r., za pomocą sondy Więckowskiego, uzyskano podwójny rdzeń Z-2 ze środkowej części zbiornika, o miąższości 16,4 m (Twardy 2010). Spąg stanowią osady złożone w schyłku plenivistulianu. Utwory późnego vistulianu mają miąższość 2,8 m, a stanowią je wyłącznie osady jeziorne w postaci gytii detrytusowo-ilastej (rys. 1). Rdzeń opróbowano generalnie z rozdzielczością 5 cm, ale w ramach poszczególnych analiz nie dokonano dotychczas oznaczeń wszystkich próbek.

Wykonane zostały analizy litologiczne (rodzaju gytii, zawartości substancji organicznej, węgla wapnia, odczynu, uziarnienia metodą laserową), paleobotaniczne (makroszczątków roślinnych, pyłkowa, okrzemek), paleozoologiczne (kopalnych wioślarek i muchówek), geochemii osadów oraz datowania radiowęglowe (tab. 1). Analiza makroszczątków roślinnych z przedziału osadów przypisanych do późnego vistulianu objęła jedynie 3 próbki, co pozwoliło na określenie dominujących gatunków roślinności wodnej (Kloss, Żurek 2010). Analiza pyłkowa objęła 36 próbek i wyróżniono 4 lokalne poziomy pyłkowe (Balwierz 2010). W analizie kopalnych okrzemek opracowano skład gatunkowy dla 41 próbek, zaliczając niemal cały opisywany odcinek do jednego poziomu okrzemkowego, z trzema podpoziomami (Żelazna-Wieczorek 2010). Opracowanie kopalnych wioślarek w odcinku korelowanym z późnym vistulianem objęło 58 próbek, które pogrupowano w 2 fazy (II i III, z trzema podfazami) (Pawłowski 2010). Analizę kopalnych muchówek (puszek głowowych) wykonano dla 25 próbek, ujętych zasadniczo w dwie strefy zmienności gatunkowej (Płóciennik 2010; Płóciennik i in. 2011). Warto podkreślić, iż jest to pierwsza analiza tego typu organizmów dla osadów późnego vistulianu z obszaru Polski. Kopalne ameby skorupkowe stwierdzono jedynie w odcinku neoholocenijskim (Lamentowicz i in. 2009). Bardzo ważną częścią badań osadów z Żabieńca jest analiza geochemiczna. W odcinku późnovistuliańskim wykonano oznaczenia 10 pierwiastków dla 50 próbek, które zaliczono do dwóch poziomów geochemicznych (Borówka, Tomkowiak 2010). Rdzeń Z-2 jako pierwszy w regionie łódzkim został przeanalizowany metodą spektrometrii absorpcji atomowej. Wymienione

analizy uzupełniono dwoma datowaniami osadów metodą AMS.

Badania wypełnienia misy torfowiska Żabieniec pozwoliły na prześledzenie zmian warunków środowiska od schyłku plenivistulianu do współczesności (Forysiak i in. 2010 b; Forysiak 2012). W odcinku zawierającym zapis późnego vistulianu wyróżniono ocieplenia: epe (kamion), bölling i alleröd oraz rozdzielające ochłodzenia najstarszego, starszego i młodszego dryasu. Podjęto próbę rekonstrukcji paleoklimatycznych, poziomu i trofii wody w zbiorniku oraz napięcia i charakteru denudacji w zlewni. Wykonane badania interdyscyplinarne ukazały wysoką jakość zachowanego materiału biogenicznego, co daje podstawę do sugerowania konieczności znacznego powiększenia rozdzielczości wykonanych oznaczeń, umożliwiających bardziej precyzyjną rekonstrukcję zmian środowiska w tej części regionu.

Stanowisko **Koźmin Las** zlokalizowane jest w dolinie rzecznej Warty, w obrębie Kotliny Kolskiej, gdzie rozszerzenie doliny oraz specyfika geologiczna i geomorfologiczna obszaru była powodem wyróżnienia odrębnej jednostki – basenu uniejowskiego (Klatkova, Załoba 1991). Pod względem geomorfologicznym stanowisko znajduje się na terasie niskiej, położonej 1–2 m ponad dzisiejszym dnem doliny i około 2 km na zachód od współczesnego koryta rzeki. Wielowskaznikowym badaniom poddane zostały osady tej terasy do głębokości 2,5 m poniżej współczesnej powierzchni. Analizowane osady podzielono na 3 ogniwa (Dzieduszyńska, Petera-Zganiacz 2012; Dzieduszyńska i in. 2012, 2013): ogniwo dolne (zbudowane z późnovistuliańskich piasków zdeponowanych w środowisku fluwialnym), ogniwo środkowe (składające się z serii organicznej i organiczno-mineralnej z pozostałościami kopalnego lasu ze schyłku allerödu i początku młodszego dryasu) oraz ogniwo górne (utworzone przez piaski i mulki rzeczne interpretowane jako młodszodryasowe aluwia facji pozakorytowej) (rys. 1). Rozciągłość lateralna podstawowej dla badań serii ogniwa środkowego wynosi kilkanaście kilometrów.

Szczegółowa dokumentacja była prowadzona w wykopie o wymiarach 6x20 m. Dla stanowiska wykonane zostały analizy litologiczne (uziarnienia, podstawowe oznaczenia geochemiczne), dendrologiczne i dendrochronologiczne, paleopedologiczne, paleobotaniczne (makroszczątków roślinnych, pyłkowa), paleozoologiczne (wioślarek, muchówek) oraz datowania radiowęglowe (tab. 1) (Dzieduszyńska i in. 2013). Rdzeń do analiz

paleobiologicznych, o miąższości 50 cm, został pobrany z materiału ogniwa środkowego. Opróbowano go z rozdzielczością co 4 cm, we fragmencie dla analizy pyłkowej z zagęszczeniem do 2 cm. Opisano ponad 300 fragmentów drzew, głównie sosny zwyczajnej, w postaci bardzo dobrze zachowanych okorowanych pni, z widocznymi pierścieniami przyrostowymi, gałęzie i karpy *in situ*.

Analizę pyłkową (K. Korzeń) wykonano dla 17 próbek. Zidentyfikowano 1 poziomy pyłkowy, podzielony na 2 podpoziomy. Analiza stanowiła uzupełnienie badań wykonanych uprzednio (G. Miotk-Szpiganowicz) dla tego stanowiska (Turkowska i in. 2000, 2004). Analiza makroszczątków roślinnych (R. Stachowicz-Rybka) dotyczyła 13 próbek. Wyróżniono na jej podstawie 3 poziomy świadczące m.in. o mało zwartej pokrywie roślinnej, charakterystycznej dla niskich torfowisk. Badania kopalnych wioślarek (D. Pawłowski) dostarczyły informacji o 2 fazach rozwoju 9 gatunków, głównie litoralnych. Strefa zaniku wioślarek rozdzielająca fazy dowiodła okresowego przesuszenia zbiornika. Na podstawie analizy muchówek (M. Płóciennik) zidentyfikowano 48 gatunków wilgotnych środowisk doliny rzecznej. Badania dendrochronologiczne (M. Krąpiec) pozwoliły na określenie średniego wieku drzew (50–70 lat), które stanowiły składnik lasu rosnącego na terasie zalewowej przez około 150 lat. Wąskie słoje przyrostowe oraz cechy morfologiczne pni dostarczyły informacji o niesprzyjających warunkach edaficznych zbiorowiska leśnego. Rezultatem badań paleopedologicznych (Jankowski i in. 2013) była rejestracja śladów rozwoju gleby torfowej, aluwialnej i glejowej. Wykonano datowania radiowęglowe metodą scyntylacyjną

oraz AMS dla 9 próbek osadów organicznych oraz 16 pni, które wskazały wiek pomiędzy schyłkiem allerödu a młodszym dryasem.

Obszar w promieniu 10 km był poddany obserwacji archeologicznej. W toku są dokładne badania geochemiczne oraz interpretacja oznaczeń wieku metodą OSL osadów mineralnych.

Wyniki badań interdyscyplinarnych na stanowisku Koźmin Las zarejestrowały zmienność środowiska, poczynając od fazy sosnowej allerödu do co najmniej końca młodszego dryasu. Zmienność była odpowiedzią na globalne zmiany klimatyczne schyłku vistulianu. Dla odcinka czasu około 2000 lat udało się uchwycić szereg zjawisk, od stabilizacji warunków na terasie zalewowej (wyrażonej zapoczątkowaniem procesów glebowych, istnienie lasu), poprzez pogorszenie warunków w postaci podtapiania siedliska, funkcjonowanie płytkiego zbiornika, aż do wystąpienia fazy intensywnych powodzi (Dzieduszyńska, Petera-Zganiacz 2012; Dzieduszyńska i in. 2011, 2012, 2013; Kittel i in. 2012; Jankowski i in. 2013).

Poza opisanymi stanowiskami wymienić można jeszcze kilka innych torfowisk lub kopalnych osadów biogenicznych, gdzie rozpoznane zostały utwory późnego vistulianu m.in. Bęczkowice, Ługi (Forysiak 2012). Badania interdyscyplinarne tych stanowisk są w toku. Istnieje również szereg zbiorników, których osady biogeniczne poddano specjalistycznym badaniom, ale serie analizowanego wieku są niewielkiej miąższości, m.in. Bartochów, Mianów oraz Korzeń (Borówka i in. 2011; Forysiak 2012), co ogranicza ich przydatność do interpretacji regionalnych.

ZNACZENIE BADAŃ INTERDYSCYPLINARNYCH DLA INTERPRETACJI PALEOGEOGRAFICZNYCH PÓŹNEGO VISTULIANU REGIONU ŁÓDZKIEGO

Powierzchnia zajmowana współcześnie przez mokradła w regionie łódzkim zbliżona jest do średniej wartości dla Polski (Żurek 1987). Silne przekształcenie powierzchniowych warstw zdeponowanych w nich torfów ogranicza możliwości analiz zdarzeń neholoceńskich (Forysiak 2012). Starsze serie osadów są jednak na tyle dobrze zachowane, że po odpowiednim rozpoznaniu dają możliwości poboru materiału niezbędnego do prowadzenia wielokierunkowych badań. Przewagą stanowisk obszaru środkowej Polski, w stosunku do lepiej rozpoznanych mokradeł i jezior strefy

młodo-glacialnej, jest wcześniejsze rozpoczęcie cyklu akumulacji jeziornej czy narastania torfów, częste już w okresie najstarszego dryasu, a nawet wcześniej (por. Żurek 1990; Forysiak 2012). Przewaga wiąże się też z większą różnorodnością genetyczną form morfologicznych, gdzie gromadziły się osady biogeniczne. Daje to potencjalnie większe możliwości dla interpretacji zapisu zmian środowiska późnego vistulianu i powinno stanowić impuls do prowadzenia badań na nowych stanowiskach w regionie, ale też zwiększenia rozdzielczości w już rozpoznanych profilach.

W ostatniej dekadzie badania mające na celu interdyscyplinarne opracowanie profili osadów biogenicznych w regionie łódzkim zostały zintensyfikowane. Postęp metodyczny i idący za nim postęp jakościowy spowodował, że dostarczają one coraz precyzyjniejszego obrazu paleośrodowiska i stwarzają nowe perspektywy interpretacyjne dynamicznych procesów przyrodniczych późnego wistulianu. Badania są wykonywane najczęściej przez specjalistów reprezentujących różne dziedziny nauk przyrodniczych, w ramach zespołowych projektów badawczych. Analizy przeprowadzone dla uwzględnionych w powyższym przeglądzie stanowisk były realizowane podczas opracowywania następujących tematów: *Zmiany środowiska przyrodniczego Wzniesień Łódzkich w wistulianie i holocenie w świetle interdyscyplinarnych badań paleoekologicznych torfowiska „Żabieniec”* (grant 2 PO4E 022 28, w latach 2005–2008), *Geneza i ewolucja torfowisk dolinowych środkowej Polski i ich antropogeniczne przekształcenia* (grant N N306276735, w latach 2008–2011) i *Warunki paleogeograficzne funkcjonowania i destrukcji późnowistuliańskiego lasu w dolinie Warty, Kotliny Kolskiej* (grant N N306 788240, w latach 2011–2013). Fakt, że większość tych prac jest koordynowana przez geografów-geomorfologów powoduje, że uzyskiwane wyniki zyskują szeroki paleośrodowiskowy, a przede wszystkim paleogeograficzny kontekst.

Opisane w artykule stanowiska zlokalizowane są w różnych sytuacjach morfologicznych czy

krajobrazowych, a także w odmiennych częściach regionu łódzkiego, co jest korzystne z punktu widzenia możliwości analiz paleogeograficznych. Stanowiska ulokowane w dolinach rzecznych, wśród kompleksów eolicznych czy też w wysoczyznowych strefach wododziałowych, prezentują nieco inny, charakterystyczny dla danej strefy przebieg zmian klimatycznych i procesów morfodynamicznych.

Największy ładunek jakościowy mają badania prowadzone w stanowiskach o znacznej miąższości serii (Żabieniec) lub cechujące się wyjątkowością zachowanych szczątków organicznych pozwalających na wykonanie ponadstandardowego zestawu analiz (Koźmin Las). W przypadku zachowania ciągłości akumulacji rejestracja chronologicznego ciągu zdarzeń weryfikuje rekonstrukcje dokonywane na podstawie fragmentarycznie zachowanych serii mineralnych innych środowisk sedymentacyjnych, poddawanych erozji i denudacji. Korelacja wyników badań interdyscyplinarnych z naturalnych archiwów biologicznych oraz dowodów geologicznych i geomorfologicznych z innymi środowiskami sedymentacyjnymi, nałożone na prawidłowości rządzące rozwojem rzeźby regionu łódzkiego (Turkowska 2006), prowadzą do szczegółowego opisu funkcjonowania środowiska geograficznego późnego wistulianu i uznania znaczenia tego okresu w całej morfogenezie ostatniego okresu zimnego obszarów staroglacjalnych Polski Środkowej.

LITERATURA

- Balwierz Z., 2005 – The history of vegetation of the Rąbień Mire region. *Monographiae Botanicae*, 94: 135-144.
- Balwierz Z., 2010 – Analiza pyłkowa osadów torfowiska Żabieniec. W: J. Twardy, S. Żurek, J. Forysiak (red.), Torfowisko Żabieniec. Warunki naturalne, rozwój i zapis zmian paleoekologicznych w jego osadach. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: 179-188.
- Balwierz Z., 2011 – Analiza palinologiczna osadów organogenicznych w Aleksandrowie Łódzkim. W: E. Niesiołowska-Śreniowska i in. (red.), Obozowiska ze starszej i środkowej epoki kamienia na stanowisku 1 w Aleksandrowie Łódzkim w kontekście analizy środowiska naturalnego. Łódź: 37-63.
- Balwierz Z., Goździk J., 1997 – Paleośrodowiskowe zmiany w świetle analiz palinologicznych późnowistuliańskich osadów węglanowych w zagłębieniach bezodpływowych w Bełchatowie. *Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica Physica*, 1: 7-21.
- Balwierz Z., Forysiak J., Kittel P., Kloss M., Lamentowicz M., Pawłowski D., Twardy J., Żurek S., 2009 – Zapis wpływów antropogenicznych w osadach torfowiska Żabieniec na tle jego rozwoju w holocenie. W: L. Domańska, P. Kittel, J. Forysiak (red.), Środowiskowe uwarunkowania lokalizacji osadnictwa. Środowisko – Człowiek – Cywilizacja, tom 2. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: 329-345.
- Björck S., Walker M., Cwynar L., Johnsen S., Knudsen K.-L., Lowe J., Wohlfarth B. and INTIMATE Members, 1998 – An event stratigraphy for the last Termination in the North Atlantic region based on the Greenland ice-core record: a proposal by the INTIMATE group. *Journal of Quaternary Science*, 13: 238-292.
- Borówka R.K., Tomkowiak J., 2010 – Skład chemiczny osadów z profilu torfowiska Żabie-

- niec. W: J. Twardy, S. Żurek, J. Forysiak (red.), Torfowisko Żabieniec. Warunki naturalne, rozwój i zapis zmian paleoekologicznych w jego osadach. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: 163-172.
- Borówka R.K., Forysiak J., Bieniek B., Kloss M., Obremska M., Pawłowski D., Kulikowski M., Witkowski A., Kierzek A., Żurek S., 2011 – Zapis zmian warunków środowiskowych w dolinie dolnej Widawki na podstawie analizy utworów biogenicznych torfowiska Korzeń. Warsztaty Naukowe „Torfowiska w krajobrazie przekształconym”, Przewodnik sesji terenowej „Torfowiska dorzecza Widawki. Wybrane problemy i przykłady”. Łódź-Belchatów 2011: 75-92.
- Chmielewska M., Chmielewski W., 1960 – Stratigraphie et chronologie de la dune de Witów, distr. de Łęczycza. *Biuletyn Peryglacjalny*, 8: 133-141.
- Dylikowa A., 1958 – Próba wyróżnienia faz rozwoju wydm w okolicach Łodzi. *Acta Geographica Universitatis Lodziensis*, 8: 233-268.
- Dzieduszyńska D., 2011 – Ochłodzenie młodszego dryasu i jego efekty morfogenetyczne w regionie łódzkim. *Acta Geographica Lodziensis*, 98: 104 s.
- Dzieduszyńska D., 2013 – Stan wiedzy o późnym wistulianie w regionie łódzkim. *Acta Geographica Lodziensis*, 101: 25-36.
- Dzieduszyńska D., Petera-Zganiacz J., 2012 – Geologic position of the Younger Dryas subfossil forest in the Warta River Valley, central Poland. *Bulletin of the Geological Society of Finland*, 84: 69-79.
- Dzieduszyńska D., Petera-Zganiacz J., Krąpiec M., 2011 – The age of the subfossil trunk horizon in deposits of the Warta River valley (central Poland) based on ¹⁴C datings. *Geochronometria*, 38: 334-340.
- Dzieduszyńska D., Kittel P., Petera-Zganiacz J., Twardy J., 2012 – Paleogeograficzne elementy rozwoju doliny Warty w Kotlinie Kolskiej w świetle badań w stanowisku „Kozmin Las”. *Acta Geographica Lodziensis*, 100: 35-49.
- Dzieduszyńska D.A., Kittel P., Petera-Zganiacz J., Brooks S.J., Korzeń K., Krąpiec M., Pawłowski D., Płaza D.K., Płóciennik M., Stachowicz-Rybka R., Twardy J., 2013 – Environmental influence on forest development and decline in the Warta River valley (Central Poland) during the Late Weichselian. *Quaternary International*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2013.07.017>.
- Forysiak J., 2012 – Zapis zmian środowiska przyrodniczego późnego wistulianu i holocenu w osadach torfowisk regionu łódzkiego. *Acta Geographica Lodziensis*, 99: 164 s.
- Forysiak J., Twardy J., 2010 – Budowa geologiczna i paleogeografia torfowiska Żabieniec i jego otoczenia. W: J. Twardy, S. Żurek, J. Forysiak (red.), Torfowisko Żabieniec. Warunki naturalne, rozwój i zapis zmian paleoekologicznych w jego osadach. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: 179-188.
- Forysiak J., Obremska M., Pawłowski D., Kittel P., 2010 a – Late Vistulian and Holocene changes in the Ner River valley in light of geological and palaeoecological data from the Ner-Zawada peatland. *Geologija*, 52,1-4: 25-33.
- Forysiak J., Borówka R.K., Pawłowski D., Płóciennik M., Twardy J., Żelazna-Wieczorek J., Kloss M., Żurek S., 2010b – Rozwój zbiornika Żabieniec w późnym glacie i jego znaczenie dla paleoekologii i paleogeografii. W: J. Twardy, S. Żurek, J. Forysiak (red.), Torfowisko Żabieniec. Warunki naturalne, rozwój i zapis zmian paleoekologicznych w jego osadach. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: 191-202.
- Forysiak J., Borówka R.K., Kloss M., Obremska M., Okupny D., Żurek S., 2012 – Geologiczna i geomorfologiczna charakterystyka torfowiska Rąbień oraz wstępne wyniki badań osadów biogenicznych. *Acta Geographica Lodziensis*, 100: 65-76.
- Goździk J., Konecka-Betley K., 1992a – Późnowistuliańskie utwory węglanowe w zagłębieniach bezodpływowych rejonu kopalni Belchatów. Cz. I. Geneza i stratygrafia. *Roczniki Gleboznawcze*, 43, 3-4: 103-112.
- Goździk J., Konecka-Betley K., 1992b – Późnowistuliańskie utwory węglanowe w zagłębieniach bezodpływowych rejonu kopalni Belchatów. Cz. II. Skład chemiczny i mineralny. *Roczniki Gleboznawcze*, 43, 3-4: 113-124.
- Jankowski M., Budek A., Dzieduszyńska D., Kittel P., Petera-Zganiacz J., Twardy J., 2013 – Paleopedological interpretation of the soli sequence and buried forest remains at the Kozmin Las site in Central Poland. Materials of the XIIth International Symposium and field workshop on paleopedology (ISFWP) „Paleosols, paleosediments and landscape morphology as environmental archives”. Kursk, Russia, August 10-15, 2013: 27.
- Kittel P., Petera-Zganiacz J., Dzieduszyńska D., Twardy J., Krąpiec M., Bijak Sz., Bronisz K., Zasada M., Płaza D., 2011 – Badania „kopalnego lasu” ze schyłku wistulianu w dolinie Warty (Kotlina Kolska, środkowa Polska). *Studia i Materiały CEPL w Rogowie*, 14, 1 (30): 238-245.
- Klatkowska H., Załoba M., 1991 – Kształtowanie budowy geologicznej i rzeźby południowego obrzeżenia basenu uniejowskiego. W: W. Stankowski (red.), Przemiany środowiska geograficznego obszaru Konin-Turek. Instytut Badań Czwartorzędu UAM, Poznań: 33-44.
- Kloss M., 2005 – Identification of subfossil plant communities and paleohydrological changes in

- a raised mire development. *Monographiae Botanicae*, 94: 81-116.
- Kloss M., 2007 – Roślinność subfossylna na tle historii wysokich torfowisk mszarnych w północno-wschodniej i środkowej Polsce oraz w Sudetach. Inst. Bad. Leśnictwa, Sękocin Stary: 141 s.
- Kloss M., Żurek S., 2005 – Geology of raised mire deposits. *Monographiae Botanicae*, 94: 65-80.
- Kloss M., Żurek S., 2010 – Osady torfowiska Żabieniec i ich paleobotaniczna wymowa. W: J. Twardy, S. Żurek, J. Forysiak (red.), Torfowisko Żabieniec. Warunki naturalne, rozwój i zapis zmian paleoekologicznych w jego osadach. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: 115-127.
- Lamentowicz M., Balwierz Z., Forysiak J., Płóciennik M., Kittel P., Kloss M., Twardy J., Żurek S., Pawlyta J., 2009 – Multiproxy study of anthropogenic and climatic changes in the last two millennia from a small mire in central Poland. *Hydrobiologia*, 631: 213-230.
- Manikowska B., 1995 – Aeolian differentiation in the area of Poland during the period 20–8 BP. *Biuletyn Peryglacjalny*, 34: 125-164.
- Marosik P., 2011 – Wydma i torfowisko Rąbień w Aleksandrowie Łódzkim w świetle badań geomorfologicznych. W: E. Niesiołowska-Śreniowska i in. (red.), Obozowiska ze starszej i środkowej epoki kamienia na stanowisku 1 w Aleksandrowie Łódzkim w kontekście analizy środowiska naturalnego. Łódź: 11-36.
- Niesiołowska-Śreniowska E., Płaza D.K., 2011 – Obozowiska ze starszej epoki kamienia na stanowisku 1 w Aleksandrowie Łódzkim. W: E. Niesiołowska-Śreniowska i in. (red.), Obozowiska ze starszej i środkowej epoki kamienia na stanowisku 1 w Aleksandrowie Łódzkim w kontekście analizy środowiska naturalnego. Łódź: 65-142.
- Nowacki K., 1990 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Łyszko-wice. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Okupny D., 2013 – Zmiany środowiska geograficznego w regionie łódzkim w świetle cech geochemicznych osadów wybranych torfowisk. Maszynopis rozprawy doktorskiej. Katedra Geomorfologii i Paleogeografii UŁ, Łódź: 173 s.
- Pawłowski D., 2010 – Analiza Cladocera z torfowiska Żabieniec. W: J. Twardy, S. Żurek, J. Forysiak (red.), Torfowisko Żabieniec. Warunki naturalne, rozwój i zapis zmian paleoekologicznych w jego osadach. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: 129-139.
- Płóciennik M., 2010 – Sukcesja zgrupowań Chironomidae torfowiska Żabieniec w późnym wistulianie i holocenie. W: J. Twardy, S. Żurek, J. Forysiak (red.) Torfowisko Żabieniec. Warunki naturalne, rozwój i zapis zmian paleoekologicznych w jego osadach. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: 141-150.
- Płóciennik M., Self A., Birks H.B.J., Brooks S.J., 2011 – Chironomidae (Insecta: Diptera) succession in Żabieniec bog and its palaeolake (central Poland) through the Late Weichselian and Holocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 307: 150-167.
- Ralska-Jasiewiczowa M., Goslar T., Madeyska T., Starkel L., 1998 – Lake Gościąg, central Poland. A monographic study. Part 1. W: Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Science, Kraków: 340 s.
- Tobolski K. (red.), 1988 – Paleoekologiczne studium późnoglacialnych osadów Jeziora Lednica w Imiolkach (Lednicki Park Krajobrazowy). Biblioteka Studiów Lednickich, tom IV. Wyd. Homini, Bydgoszcz: 80 s.
- Turkowska K., 2006 – Geomorfologia regionu łódzkiego. Wyd. UŁ, Łódź: 237 s.
- Turkowska K., Forysiak J., Petera J., Miotk-Szpiganowicz G., 2000 – Morfogenezę powierzchni Kotliny Kolskiej w okolicach Koźmina. *Acta Geographica Lodziesnia*, 78: 98-134.
- Turkowska K., Forysiak J., Petera J., Miotk-Szpiganowicz G., 2004 – A Warta River system during the Younger Dryas in the Kolo Basin (Middle Poland). *Quaestiones Geographicae*, 23: 83-107.
- Twardy J., 2010 – Położenie i ogólna charakterystyka torfowiska Żabieniec. W: J. Twardy, S. Żurek, J. Forysiak (red.), Torfowisko Żabieniec. Warunki naturalne, rozwój i zapis zmian paleoekologicznych w jego osadach. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: 11-16.
- Walker M.J.C., Bjorck S., Lowe J.J., Cwynar L.C., Johnsen S., Knudsen K.-L., Wohlfarth B., INTIMATE group, 1999 – Isotopic 'events' in the GRIP ice core: a stratotype for the late Pleistocene. *Quaternary Science Review*, 18: 1143-1150.
- Wasylikowa K., 1964 – Roślinność i klimat późnego glacialu w środkowej Polsce na podstawie badań w Witowie koło Łęczycy. *Biuletyn Peryglacjalny*, 13: 261-417.
- Wasylikowa K., 1999 – Przemiany roślinności jako odbicie procesów wydymotwórczych i osadniczych w młodszym dryasie i holocenie na stanowisku archeologicznym w Witowie koło Łęczycy. *Prace i Materiały Muzeum Archeologicznego i Etnograficznego w Łodzi, Ser. Arch.*, 41: 43-79.
- Wasylikowa K., 2011 – Wiek osadów spągowych torfowiska Silne Bagno koło Witowa w świetle analizy pyłkowej. Warsztaty Naukowe „Torfowiska w krajobrazie przekształconym – funkcjonowanie i ochrona”. Wawrzkowizna, 1-3 czerwca 2011: 93-94.
- Żelazna-Wieczorek J., 2010 – Zmiany warunków środowiska na podstawie okrzemek (Bacilla-

riophyceae) w osadach torfowiska Żabieniec. W: J. Twardy, S. Żurek, J. Forysiak (red.), Torfowisko Żabieniec. Warunki naturalne, rozwój i zapis zmian paleoekologicznych w jego osadach. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: 151-162.

Żurek S., 1987 – Złóża torfowe Polski na tle stref torfowych Europy. *Dokumentacja Geograficzna*, 4: 1-84.

Żurek S., 1990 – Związek procesów zatorfienia z elementami środowiska przyrodniczego wschodniej Polski. *Rocznik Nauk Rolniczych, Seria D, Monografie*, 220: 174 s.

SIGNALS OF ENVIRONMENTAL CHANGES OF THE LATE VISTULIAN (WEICHSELIAN LATE GLACIAL) IN BIOGENIC SEDIMENTS OF THE ŁÓDŹ REGION

SUMMARY

Abstract. In recent years, the amount of data, which yield information on the environment of the Late Vistulian, significantly increased. This is a result of increased interest of analyses of biogenic deposits, containing organic remains which allow to reconstruct past environmental conditions. A valuable archive are these profiles of biogenic sediments in which variation in terms of both ecology and morphogenetic processes has been registered. The article overviews these sites of the Łódź region which provide the most complete record and were analysed within the framework of interdisciplinary studies. Attention is drawn to the possibility to reconstruct environmental parameters that give the individual paleoecological analyses. It was pointed that the sites of the Central Poland have an advantage over those from the young morainic area, due to the earlier start of the bioaccumulation.

Key words: natural archives, reconstruction of past environments, interdisciplinary research, palaeogeography, Central Poland

Recent years have brought an increase in the amount of data from which the environmental reconstruction of the Late Vistulian can be obtained. Because of the location of the Łódź Region within the old morainic area, there is no lake deposits with well-preserved annual lamination, enabling the high resolution studies and reconstruction of environmental changes in calendar years. Signals of these changes for the Late Vistulian time are preserved in biogenic sediments of peatbogs and small, shallow lakes. Time resolution is here obtained by means of sampling compaction.

The article is focused on the review of the results obtained so far from interdisciplinary studies of biogenic sediments of peatbogs, fossil lakes and marshes of the Łódź Region, deposited during the Late Vistulian warming. These are:

– Witów site – the first in the region where interdisciplinary studies of Late Vistulian biogenic sediments were applied and to this day is of the basic importance to the palaeogeography;

– peatbogs in the Świętojanka valley where Late Vistulian lacustrine sediments are underlain by peat horizon;

– Rąbień peatbog located in a fossil depression closed by dunes, in which the complete Late Vistulian series is present;

– Ner-Zawada peatbog, with the overdepression at the substratum, and lacustrine sediments resting on peat;

– Żabieniec peatbog located within the depression in the morainic plain, it contains whole Late Vistulian sequence of sediments;

– Koźmin Las site located in the Warta River valley, with in situ remnants of the Late Vistulian riparian forest.

Presented sites are located in a variety of morphological positions and in different parts of the Łódź Region, which is advantageous from the point of view of palaeogeographical studies. Sites from river valleys or aeolian complexes or situated on plains offer slightly different, typical of a given morphological zone, course of Late Vistulian climatic changes and morphodynamic processes. The most valuable are these research carried out at the sites of the largest thickness of sediments (Żabieniec) or where the uniqueness of remains allows to carry out the overstandard set of analyses (Koźmin Las).

When accumulation is continuous, registration of chronological sequence of events verifies reconstructions based on partly preserved mineral series of other sedimentary environments subjected to erosion and denudation. Correlation of the results of interdisciplinary studies from the

natural archives with geological and geomorphological evidence from other sedimentary environments, imposed on the regularities governing the evolution of the Łódź Region, leads to a detailed description of the functioning of the Late

Vistulian environment and to recognition of the importance of this period in the morphogenesis of the last cold stage in the old glacial area of Poland.