

Danuta DZIEDUSZYŃSKA*

ARCHIWUM ZMIAN ŚRODOWISKA NATURALNEGO OKRESU PRZEŁOMU PLEJSTOCEN-HOLOCEN W BASENIE UNIEJOWSKIM

WPROWADZENIE

Archiwum, to według *Słownika Języka Polskiego*¹ „uporządkowany zbiór dokumentów nie mających już wartości użytkowej, ale mających wartość historyczną”. W ostatnich latach nazwy tej używa się coraz powszechniej w interdyscyplinarnych badaniach środowiska przyrodniczego dla określania osadów organicznych i mineralnych, które zawierają w swojej strukturze tak zwany sygnał klimatyczny. Na podstawie uzyskanych z nich wskaźników można odtwarzać warunki panujące w okresach przed rozpoczęciem obserwacji instrumentalnych i takich, dla których brak źródeł historycznych. „Wartość historyczna” takich geoarchiwów, w tym przypadku jakość zgromadzonych w nich informacji, zależy od możliwości poddawania ich badaniom, których wyniki służą interpretacjom paleośrodowiskowym. Rekonstrukcji okresów ciepłych dokonuje się na podstawie analiz paleobiologicznych. Dla okresów zimnych stosuje się świadectwa geologiczne i morfologiczne. Ich wartość interpretacyjna zależy od wielu czynników natury metodologicznej, ale też od odległości czasowej badanego okresu, do którego się odnoszą. Specyfiką, a zarazem podstawową trudnością w rekonstruowaniu przeszłych zmian środowiskowych, jest konieczność wnioskowania z fragmentarycznie zachowanych serii osadowych, dlatego też wszystkie potencjalnie dostępne wskaźniki (tzw. dane *proxy*) są uwzględniane i traktowane równorzędnie.

Odtwarzanie warunków środowiska naturalnego w przeszłości geologicznej poprzez analizę danych *proxy* jest istotnym elementem analiz o szerszym wymiarze – rekonstrukcji paleogeograficznych. Paleogeografia, według L. Starkla², to „nauka o przeszłości środowiska, o prawach rządzących jego przemianami, badająca mechanizm zmian i ich tendencje”. Nie należy przy tym zawężać istoty takich analiz jedynie do badania przeszłości. Uwarunkowania i trendy zmian w dawnym

* Danuta Dzieduszyńska, dr, adiunkt, Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Katedra Geomorfologii i Paleogeografii, 90-139 Łódź, ul. Narutowicza 88.

¹ *Słownik Języka Polskiego*, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa 2007.

² L. Starkel, *Paleogeografia holocenu*, PWN, Warszawa 1977.

środowisku naturalnym zapisane w przyrodniczych archiwach są, zgodnie z zasadą aktualizmu geologicznego, prawdziwe dla środowiska dzisiejszego. Odniesienie przebiegu procesów obserwowanych obecnie do dłuższej perspektywy czasowej określa przydatność aplikacyjną rekonstrukcji, warunkującą trafność prognoz w analizach dynamiki przemian przestrzeni przyrodniczej oraz ich zastosowanie w zakresie gospodarowania zasobami przyrodniczymi.

Współcześnie obserwowane zmiany środowiskowe łączy się z działalnością człowieka, w tym głównie z uwalnianiem gazów cieplarnianych. Dlatego też istotne jest rozpoznanie skutków, jakie wywierają na funkcjonowanie geosystemów krótkotrwałe, gwałtowne zmiany klimatyczne notowane w przeszłości, w okresach gdy wpływ człowieka nie mógł mieć znaczenia. Dla przykładu, liczebność paleolitycznych grup ludności kultury świderskiej o koczowniczym trybie życia (łowców reniferów), które datuje się na schyłek ostatniego glacjału, czyli okres, którego dotyczy niniejszy artykuł, jest szacowana dla terytorium Polski, Litwy, Białorusi i Ukrainy na 6700 do 15 300 osób³.

CZWARTORZĘDOWE ARCHIWA PRZEMIAN ŚRODOWISKA

Historia zmian środowiska naturalnego to przede wszystkim wahania klimatyczne, za którymi następują zmiany jego pozostałych elementów. Historia Ziemi, wyrażona krzywą klimatyczną, jest czasem naprzemiennego występowania fal globalnych ochłódzeń i ociepleń⁴. Również ostatnie 2,58 mln lat, czyli okres czwartorzędu, to czas, w którym funkcjonowanie środowiska, przynajmniej na półkuli północnej, było regulowane poprzez następowanie po sobie okresów zimnych, o cechach arktycznych i subarktycznych, i okresów ciepłych, o cechach współczesnego klimatu umiarkowanego, odpowiednio o randze glacjałów, interglacjałów i jednostek stratygraficznych niższego rzędu. Archiwami zmian klimatycznych dla tego okresu w skali globalnej są nieprzerwane serie osadów głębokomorskich Atlantyku i Pacyfiku. Zapis wahań paleotemperatur ujęty został w tak zwane stadia izotopowe (ang. *OIS – Oxygen Isotope Stages*) i jest wyrażany poprzez ilościowy stosunek stałych izotopów tlenu ¹⁸O do ¹⁶O ($\delta^{18}\text{O}$) zarejestrowany w wapiennych skorupkach planktonicznych otwornic⁵.

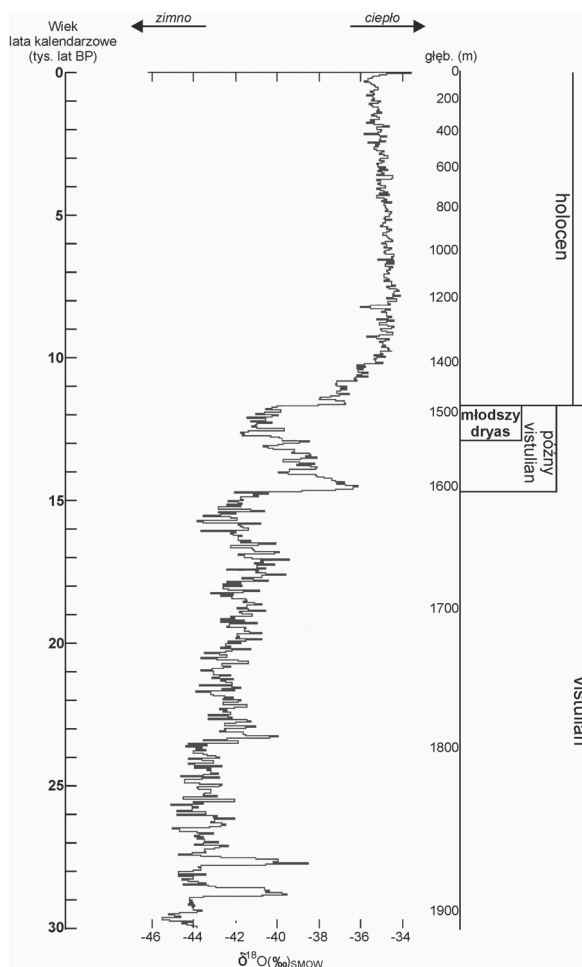
Archiwa globalnych zmian środowiska naturalnego ostatnich kilkudziesięciu tysięcy lat znajdują się w rdzeniach lodowych z Grenlandii i Antarktydy. Stanowią je fizyczno-chemiczne właściwości powietrza w przeszłości, takie jak

³ T. Madeyska, S. K. Kozłowski, *Human settlement and palaeoenvironmental changes in Poland 20,000–8,000 years ago*, „Biuletyn Peryglacialny” 1995, 34, s. 103–124; S. K. Kozłowski, *Wielka historia świata*, t. 1, Świat przed „rewolucją” neolityczną, Forga Oficyna Wydawnicza, Kraków 2004.

⁴ R. S. Bradley, *Paleoclimatology: Reconstructing Climates of the Quaternary*, „International Geophysic Series” 1999, vol. 68.

⁵ N. J. Shackleton, N. D. Opdyke, *Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28-238. Oxygen isotope temperatures and its volumens on a 10 year scale*, „Quaternary Research” 1973, 3, 1, s. 39–55.

koncentracja metanu, dwutlenku węgla, zawartość pyłów, przewodność elektryczna, skład izotopowy wodoru oraz skład izotopowy tlenu i wodoru jako zapis przebiegu paleotemperatur (ryc. 1), zachowane w próbkach pobranych z lodu⁶. Duża precyzja danych wynika tutaj z możliwości identyfikacji rocznych przyrostów lodu, co pozwala na rekonstrukcje o tak zwanej wysokiej rozdzielczości czasowej.



Ryc. 1. Archiwum zmian klimatu podczas ostatnich 30 000 lat na podstawie krzywej tlenowej z grenlandzkiego rdzenia lodowego NGRIP

Źródło: J. J. Lowe, S. O. Rasmussen, S. Björck, W. Z. Hoek, J. P. Steffensen, M. J. C. Walker, Z. C. Yu, *Synchronization of palaeoenvironmental events in the North Atlantic region during the Last Termination: a revised protocol recommended by the INTIMAE group*, „Quaternary Science Review” 2008, 27, s. 6–17

⁶ S. Björck, *Younger Dryas Oscillation, Global Evidence*, [w:] S. A. Elias (ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science*, vol. 3, Elsevier B.V., Oxford 2007, s. 1085–1093.

Oscylacje wydzielane na podstawie przebiegu $\delta^{18}\text{O}$ zarówno w osadach morskich, jak i lodowych mają charakter globalny i są najpełniejszym zapisem zmian klimatycznych dla okresów, których dotyczą. Z nimi korelowane są informacje pozyskiwane z mniej kompletnych sekwencji osadów lądowych. W środowisku lądowym za najpełniejsze archiwa zmian uważa się rocznie laminowane osady jeziorne, które mogą być źródłem pozyskiwania danych do rekonstrukcji paleośrodowiskowych w ściśle określonej skali czasowej. Serie limniczne z najdłuższymi sekwencjami osadu rytmicznie warstwowanego zostały w Europie rozpoznane w jeziorach Holzmaar i Meerfelder Maar w Niemczech, jeziorze Soppensee w Szwajcarii oraz jeziorze Gościąg w Polsce Środkowej na Kujawach. Odtworzenie zmian szaty roślinnej, składu gatunkowego kopalnej flory i fauny, szybkości sedymentacji w tym ostatnim dotyczy 13 000 lat⁷, które należą do schyłku ostatniego okresu zimnego (vistulianu). Właściwości sedymentu pozwoliły na wykonanie oznaczeń jego wieku metodą radiowęglową, a analiza składu izotopowego tlenu z frakcji węglanowej – na dokładne czasowe dopasowanie zdarzeń zapisanych w osadach jeziora Gościąg do klimatycznych, globalnych zmian środowiska wyrażonych $\delta^{18}\text{O}$ dla grenlandzkich rdzeni lodowych.

Badacze zajmujący się rekonstrukcjami paleośrodowiska mają zwykle do czynienia z archiwami, których „zasoby” są uboższe od opisanych powyżej. Najczęściej są to kilkudziesięciocentymetrowe serie osadowe, które po rozpoznaniu sytuacji geologicznej, geomorfologicznej i tła paleogeograficznego, poddaje się dostępnym badaniom. Archiwa te dokumentują lokalne zmiany środowiska oraz, o ile to możliwe, poprzez zastosowanie narzędzi korelacji chronostratygraficznej, lokują je w szerszym kontekście zdarzeń globalnych.

CECHY ŚRODOWISKA NATURALNEGO SCHYŁKU OSTATNIEGO OKRESU ZIMNEGO W POLSCE ŚRODKOWEJ

We współczesnej literaturze poświęconej badaniom paleośrodowiskowym i rekonstrukcjom paleogeograficznym dużą uwagę poświęca się okresowi schyłku ostatniego okresu zimnego (vistulianu). Obejmuje on okres niestabilności klimatycznej przejścia od warunków glacialnych do umiarkowanych (ryc. 1). Jego początek wyznacza nagły wzrost temperatury datowany na około 14 700 lat kalendarzowych BP⁸, a koniec wyznaczony jest początkiem holocenu, około 11 550 lat kalendarzowych BP (granice czasowe za tzw. *event stratigraphy*⁹).

Dla obszaru Polski Środkowej jest to okres poprawy warunków klimatycznych po długotrwałym panowaniu środowiska peryglacialnego, kiedy to na sku-

⁷ M. Ralska-Jasiewiczowa, T. Goslar, T. Madeyska, L. Starkel, *Lake Gościąg, central Poland. A monographic study*, Part 1, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Science, Kraków 1998.

⁸ Lata BP – Before Present; przed współczesnością (współczesność = rok 1950).

⁹ M. J. C. Walker, S. Björck, J. J. Lowe, L. C. Cwynar, S. Johnsen, K. L. Knudsen, B. Wohlfarth, INTIMATE group, *Isotopic “events” in the GRIP ice core: a stratotype for the late Pleistocene*, „Quaternary Science Review” 1999, 18, s. 1143–1150.

tek dużego natężenia procesów przekształcających rzeźbę, w obecności wieloletniej zmarzliny i przy braku zwartej pokrywy roślinnej, nastąpiły zasadnicze zmiany przeobrażające krajobraz glacialny¹⁰. Zapoczątkowana została transformacja systemów morfogenetycznych, które w warunkach ocieplenia i zmiany charakteru szaty roślinnej zaczęły funkcjonować przy odmiennym obiegu wody, hamującym procesy powierzchniowe, a uruchamiającym wgłębne¹¹. Przystosowanie do zmieniających się warunków w systemach fluwialnych manifestowało się transformacją koryt roztokowych na meandrowe¹². Charakterystyczna dla warunków zimnych dominacja akumulacji została zastąpiona przez tendencję do erozji¹³. Na pierwotnie ubogie, zasadowe podłoże wkraczały sukcesywnie gatunki o coraz większych wymaganiach edaficznych, aż do zapanowania warunków sprzyjających rozwojowi zwartych lasów sosnowo-brzozowych w okresie allerödu (13 350–12 650 lat kalendarzowych BP)¹⁴.

Jak zaznaczono wcześniej, późnoglacialna poprawa warunków klimatycznych nie była jednostajna. Okresy cieplejsze przeplatały się z falami chłodu. W środowisku lądowym Niżu Europejskiego, w tym Niżu Polskiego, znajduje to odzwierciedlenie w fazach formowania wydm śródlądowych w okresach chłodniejszych¹⁵ oraz w rozwoju inicjalnych gleb podczas ociepleń¹⁶.

Oscylacje te są widoczne w przebiegu krzywej tlenowej w archiwach lodowych (ryc. 1) i prowadzą do gwałtownego załamania tego „globalnego ocieplenia” około 12 650 lat kalendarzowych BP. Od tego momentu zaznacza się okres najdłuższego ze schyłkowovistuliańskich wahnięć, choć jednocześnie krótkotrwałego w skali czasu geologicznego, 1150-letniego bardzo intensywnego ochłodzenia w młodszym dryasie (ryc. 1). Cechował się on szybkim, rzędu co najwyżej 20–30 lat, spadkiem temperatury na początku i równie szybkim jej wzrostem przy granicy z holocenem¹⁷. Ochłodzenie młodszego dryasu miało cha-

¹⁰ J. Dylík, *The main elements of the Upper Pleistocene paleogeography in Central Poland*, „Biuletyn Peryglacialny” 1967, 16, s. 85–115.

¹¹ L. Starkel, *Współczesna rzeźba Polski dziedziczy cechy peryglacialne*, „Przegląd Geograficzny” 2005, 77, 1, s. 11–19.

¹² S. Kozarski, K. Rotnicki, *Problemy późnowürmskiego i holocenijskiego rozwoju den delinnych na Niżu Polskim*, „Prace Komisji Geograficzno-Geologicznej PTPN” 1978, 19; L. Starkel, P. Gębica, *Evolution of river valleys in Southern Poland during the Pleistocene-Holocene transition*, „Biuletyn Peryglacialny” 1995, 34, s. 177–190; K. Turkowska, *Recognition of valleys evolution during the Pleistocene-Holocene transition in non-glaciated regions of Polish Lowlands*, „Biuletyn Peryglacialny” 1995, 34, s. 209–227.

¹³ K. Turkowska, *Geomorfologia regionu łódzkiego*, Wyd. UŁ, Łódź 2006.

¹⁴ T. Madeyska, S. K. Kozłowski, *Human settlement...*; T. Madeyska, *Zróżnicowanie roślinności Polski u schyłku ostatniego zlodowacenia*, „Studia Geologica Polonica” 1998, 113, s. 137–180.

¹⁵ A. Dylíkowa, *Wydmyny środkowopolskie i ich znaczenie dla stratygrafii schyłkowego plejstocenu*, [w:] R. Galon, J. Dylík (red.), *Czwartorzęd Polski*, PWN, Warszawa 1967, s. 353–371.

¹⁶ B. Manikowska, *Gleby kopalne i okresy pedogenetyczne w ewolucji środowiska Polski środkowej po zlodowaceniu warciańskim*, „Acta Geographica Lodziensia” 1999, 76, s. 41–100.

¹⁷ R. B. Alley, D. A. Meese, C. A. Shuman, A. J. Gow, K. C. Taylor, P. M. Grootes, W. C. White, M. Ram, E. D. Waddington, P. A. Mayewski, G. A. Zielinski, *Abrupt increase in Greenland snow accumulation at the end of the Younger Dryas event*, „Nature” 1993, 362, s. 527–529.

rakter globalny, ale najwyraźniej zaznaczyło się w obszarze północnego Atlantyku oraz północno-zachodniej i środkowej Europy¹⁸.

W Polsce centralnej wartości średniej temperatury rocznej wahały się podczas młodszego dryasu między -2 a -5 °C. Temperatura lipca spadła wówczas, w stosunku do ocieplenia w allerödzie, z około $15-16$ do 13 ¹⁹, a nawet 10 °C²⁰. Szczególnie silnie ochłodzenie zaznaczało się w okresie zimowym, dla którego średnie temperatury szacowane są na poniżej -20 °C²¹. Obniżaniu się temperatury towarzyszył spadek opadów²² oraz silne wiatry z kierunku zachodniego i południowo-zachodniego o prędkości $3-6$ m/s, w porywach do 9 m/s²³. Nie wyklucza się lokalnej agradacji wieloletniej zmarzliny²⁴. Ochłodzenie i wzrost kontynentalizmu poskutkowało znacznym rozrzedzeniem lasów i powstaniem zbiorowisk roślinności tundrowej i stepowej²⁵.

Analiza dowodów geologicznych i morfologicznych młodszego dryasu w środowiskach sedymentacyjnych stokowych, fluwialnych i eolicznych regionu łódzkiego, wskazała na dynamikę ówczesnego środowiska naturalnego, indukowaną zmianami klimatycznymi i na zakłócenia w procesie późnoglacialnej przebudowy systemów morfogenetycznych²⁶.

ARCHIWUM ZMIAN ŚRODOWISKOWYCH OCHŁODZENIA MŁODSZEGO DRYASU W STANOWISKU BASENU UNIEJOWSKIEGO

Archiwum zmian środowiskowych dla okresu ochłodzenia młodszego dryasu zostało znalezione w dolinie Warty na obszarze basenu uniejowskiego²⁷, w stanowisku Koźmin Las. Stanowisko jest położone na wysokości $97,5$ m n.p.m., około 2 km na zachód od współczesnego koryta rzeki. Leży poza zasięgiem ostat-

¹⁸ S. Björck, *Younger Dryas Oscillation...*

¹⁹ M. Ralska-Jasiewiczowa, T. Goslar, T. Madeyska, L. Starkel, *Lake Gościąż...*

²⁰ K. Wasylińska, *Roślinność i klimat późnego glacialu w środkowej Polsce na podstawie badań w Witowie koło Łęczycy*, „Biuletyn Peryglacialny” 1964, 13, s. 261–376.

²¹ S. Kozarski, *Deglacja północno-zachodniej Polski: warunki środowiska i transformacja geosystemu (~20→10 ka BP)*, „Dokumentacja Geograficzna” 1996, 1.

²² M. Ralska-Jasiewiczowa, T. Goslar, T. Madeyska, L. Starkel, *Lake Gościąż...*

²³ K. Krajewski, *Późnoglacialne i holoceneskie procesy wydmotwórcze w pradolinie warszawsko-berlińskiej w widłach Warty i Neru*, „Acta Geographica Lodziensia” 1977, 39.

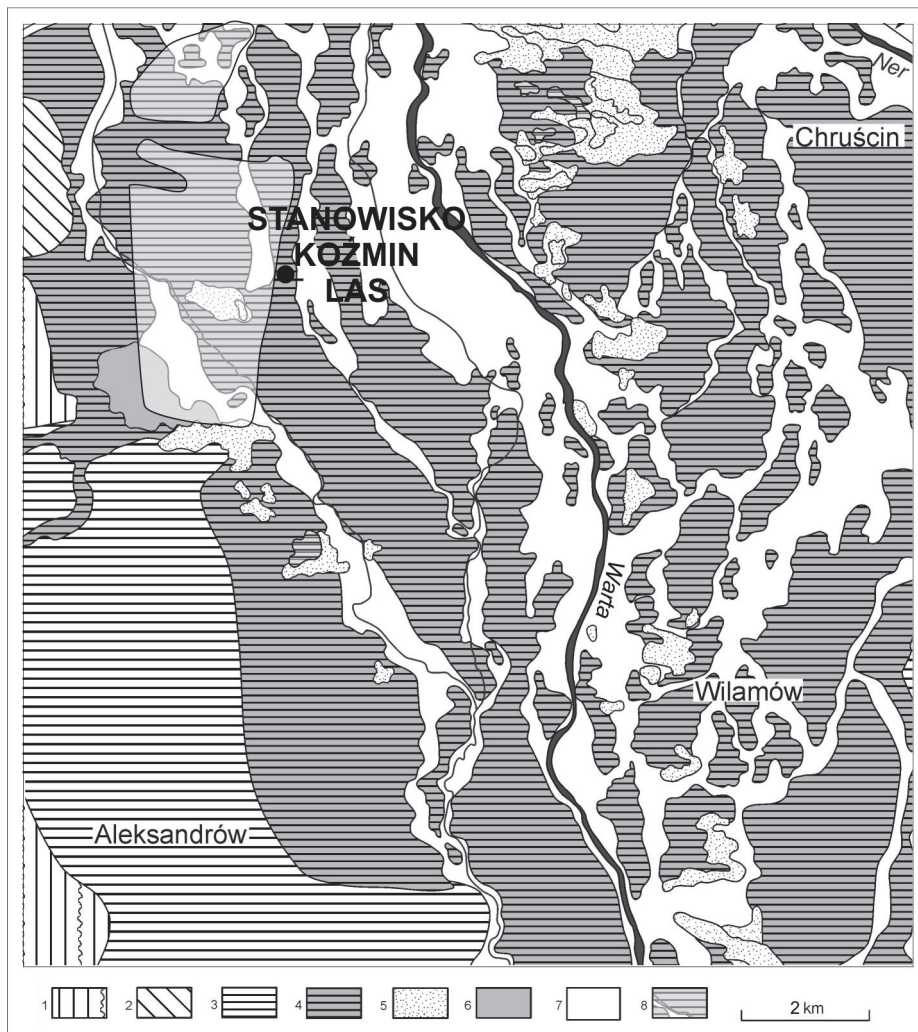
²⁴ J. Goździk, *A permafrost and its impact on some depositional conditions between 20 and 10 ka in Poland*, „Biuletyn Peryglacialny” 1995, 34, s. 53–72.

²⁵ T. Madeyska, *Zróżnicowanie roślinności...*

²⁶ D. Dzieduszyńska, *Ochłodzenie młodszego dryasu i jego efekty morfogenetyczne w regionie łódzkim*, „Acta Geographica Lodziensia” 2011, 98.

²⁷ Basen uniejowski – obszar szczególnie rozszerzonego odcinka doliny Warty pomiędzy Siedlątkowem a Dobrowem, wyróżniony w literaturze ze względu na odrębność geologiczną i geomorfologiczną przez H. Klatkową i M. Załobę w artykule *Kształtowanie budowy geologicznej i rzeźby południowego obrzeżenia basenu uniejowskiego* (w: *Przemiany środowiska geograficznego obszaru Konin–Turek*, red. W. Stankowski, Instytut Badań Czwartorzęd UAM, Poznań 1991); opisany w artykule w poprzednim numerze „Biuletynu Uniejowskiego” (D. Dzieduszyńska, P. Kittel, *Basen uniejowski – historia i stan badań paleogeograficznych w Uniwersytecie Łódzkim*, „Biuletyn Uniejowski” 2012, 1, s. 189–203).

niego zlodowacenia, w strefie kompleksu zlodowaceń środkowopolskich. Pod względem geomorfologicznym znajduje się na rozległej terasie niskiej (ryc. 2), położonej 1–2 m ponad dzisiejszym dnem doliny.



Ryc. 2. Położenie stanowiska Koźmin Las na tle geomorfologii obszaru

1 – wysoczyzna morenowa, 2 – fluwioglacjalne poziomy erozyjne, 3 – terasa wysoka, 4 – terasa niska, 5 – powierzchnie zwydmięte, 6 – równiny torfowe, 7 – dno doliny, 8 – obszary poeksploatacyjne

Źródło: J. Forysiak, *Ewolucja doliny Warty między Burzeninem a Dobrowem po zlodowaceniu warty*, „Acta Geographica Lodziensia” 2005, 90

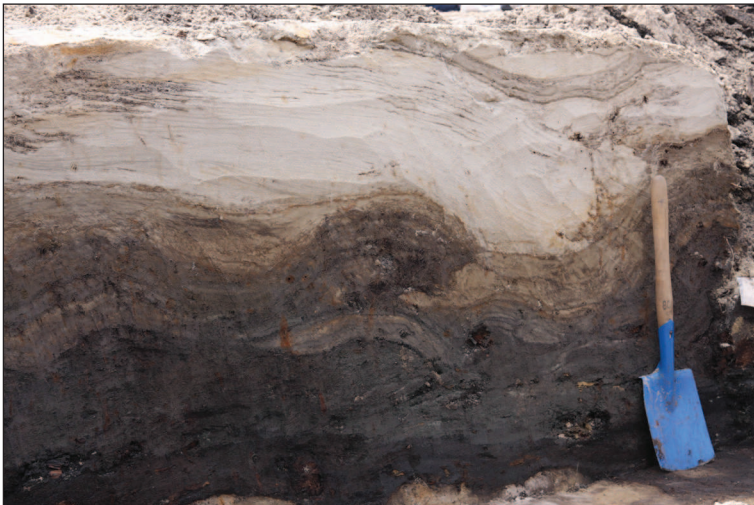
Na głębokości około 2–2,5 m poniżej współczesnej powierzchni terenu udokumentowano subfosylne relikty kopalnego lasu sosnowego z dodatkiem brzozy, który w schyłkowej, chłodnej i wilgotnej, fazie allerrödu oraz w młodszym dry-

asie porastał równinę zalewową Warty (fot. 1). Wyjątkowość badanego stanowiska polega na bardzo dobrym stanie zachowania drzew sprzed kilkunastu tysięcy lat, przetrwałych w postaci karp w pozycji *in situ*, powalonych pni oraz innych ich części. Drzewa znajdują się w otoczeniu serii organicznej, której depozycja była synchroniczna z funkcjonowaniem lasu, i są przykryte warstwą osadów mineralnych sięgającą do dzisiejszej powierzchni (fot. 2). Dobra kondycja drewna umożliwiającą ich badanie jest możliwa dzięki pozostawianiu osadów, aż do współczesności, w zasięgu wód gruntowych.



Fot. 1. Fragment nadrzeczny subfosalnego lasu sosnowego pogrzebanego w osadach doliny Warty

Źródło: autor fotografii Joanna Petera-Zganiacz, lipiec 2011



Fot. 2. Archiwum zmian środowiska okresu przejściowego plejstocen-holocen w postaci osadów organicznych i mineralnych w stanowisku Koźmin Las w basenie uniejowskim

Źródło: autor fotografii: Joanna Petera-Zganiacz, lipiec 2011

Ewolucja ekosystemu w warunkach postępującego zaostrzania warunków klimatycznych została udokumentowana w zmienności litologicznej serii oraz poprzez wyniki wieloskaźnikowych analiz paleoekologicznych (dendrologicznej, palinologicznej, makroskopowych szczątków roślin, kopalnych wioślarek i muchówek). Wiek osadów oraz pni drzew został ustalony na późny allerołd i młodszy dryas (pomiędzy 13 000 a 11 250 lat kalendarzowych BP) za pomocą datowania metodą radiowęglową²⁸. Uzyskane dane chronostratygraficzne i biologiczne pozwoliły na odtworzenie lokalnych warunków dna doliny rzecznej podczas rozwoju, funkcjonowania i destrukcji lasu. W szerszym wymiarze, po zakończeniu zaplanowanych badań, wyniki ze stanowiska basenu uniejowskiego zapewne przyczynią się do istotnego uszczegółowienia obrazu środowiska naturalnego na obszarach staroglacjalnych Polski w okresie przejściowym plejstocen–holocen.

Szczegółową dokumentację stanowiska prowadzono w specjalnie założonym wykopie o wymiarach 6 x 20 m. Miąższość serii z pozostałościami kopalnego lasu wynosi od 0,3 do 0,5 m; jej rozciągłość lateralna została oszacowana na podstawie rekonesansu terenowego oraz ręcznego sondowania geologicznego²⁹ na co najmniej 18 km². Procedura badawcza prac terenowych została szczegółowo przedstawiona w oddzielnej artykule³⁰.

Seria z pozostałościami lasu jest zbudowana z mułków i iłów organicznych z przewarstwieniami torfu i materiału mineralnego (fot. 2). Jest efektem akumulacji w rozlewiskach ówczesnej Warty, w zmieniających się środowiskach – lądowym (torf, ślady procesu glebowego), jeziornym (mułki, ily, gytje) i fluwialnym (piasek), dokumentującym okresowe wkraczanie wód rzecznych do ekosystemu leśnego. Spąg serii urozmaicony jest strukturami deformacyjnymi w postaci ugięć i inwolucji o rozmiarach do 20 cm, które mogą być świadectwem istnienia, przynajmniej okresowo, przemarzniętego podłoża³¹. Reaktywacja zmarzliny jest brana pod uwagę jako potencjalna przyczyna zmiany warunków wilgotnościowych w podłożu lasu. Rekonstrukcja środowisk depozycyjnych na podstawie

²⁸ D. Dzieduszyńska, J. Petera-Zganiacz, M. Krąpiec, *The age of the subfossil trunk horizon in deposits of the Warta River valley (central Poland) based on ¹⁴C datings*, „Geochronometria” 2011, 38 (4), s. 334–340; D. Dzieduszyńska, P. Kittel, J. Petera-Zganiacz, J. Twardy, *Paleogeograficzne elementy rozwoju doliny Warty w Kotlinie Kolskiej w świetle badań w stanowisku „Kozmin Las”*, „Acta Geographica Lodziensia” 2012, 100, s. 35–49; P. Kittel, J. Petera-Zganiacz, D. Dzieduszyńska, J. Twardy, M. Krąpiec, S. Bijak, K. Bronisz, M. Zasada, D. Płaza, *Badania „kopalnego lasu” ze schyłku vistulianu w dolinie Warty (Kotlina Kolska, środkowa Polska)*, „Studia i Materiały CEPL w Rogowie” 2012, 14, z. 1 (30), s. 238–245.

²⁹ K. Andrzejak, *Rozprzestrzenienie i uwarunkowania rozwoju późnovistuliankich osadów organicznych w Kozminie* [maszynopis pracy magisterskiej], Archiwum Katedry Geomorfologii i Paleogeografii UŁ, Łódź 2012.

³⁰ D. Dzieduszyńska, P. Kittel, J. Petera-Zganiacz, J. Twardy, *Paleogeograficzne elementy...*

³¹ J. Petera, *Vistuliankie osady dolinne w basenie uniejowskim i ich wymowa paleogeograficzna*, „Acta Geographica Lodziensia” 2002, 83; J. Petera-Zganiacz, D. Dzieduszyńska, *Wymowa paleogeograficzna horyzontu pni kopalnych w osadach późnego vistulianu*, „Acta Geographica Lodziensia” 2007, 93, s. 57–66; D. Dzieduszyńska, J. Petera-Zganiacz, *Geologic position of the Younder Dryas subfossil forest in the Warta River Valley, central Poland*, „Bulletin of the Geological Society of Finland” 2012, 84, 1, s. 69–79.

dowodów geologicznych została w stanowisku Koźmin Las potwierdzona przez rezultaty analiz paleoekologicznych³².

Narastający chłód i silne wiatry wyróżniające środowisko młodszego dryasu oraz zdarzenia lokalne, takie jak epizody powodziowe i zatrzymanie infiltracji, powodowały niekorzystne warunki funkcjonowania drzewostanu. Wyniki badań dendroekologicznych i dendrochronologicznych wskazują na trudne warunki klimatyczne i siedliskowe zapisane w morfologii pni. Świadczą o nich niewielkie średnice (do 20 cm), wąskie słoje i wykształcenie tak zwanego drewna reakcyjnego, będącego następstwem stopniowej utraty stabilności podłoża. Drzewa badanego nadrzecznego lasu żyły średnio 30–70 lat. Destrukcja lasu następowała sukcesywnie w ciągu kilku dziesięcioleci³³.

Serię organiczną przykrywają ponad 2-metrowej miąższości warstwowane piaski i mułki (fot. 2), budujące strop terasy niskiej Warty w basenie uniejowskim. Wstępnie są one interpretowane jako wynik intensywnej akumulacji pozakorytowej podczas młodszodryasowych powodzi, które bardzo szybko pogrzebały powalony las. To ożywienie procesów fluwialnych zapoczątkowało tworzenie się wielokorytowego systemu w dolinie Warty³⁴.

ZNACZENIE STANOWISKA DLA PALEOGEOGRAFII REGIONU ŁÓDZKIEGO I JEGO WARTOŚĆ W SKALI PONADREGIONALNEJ

W stanowisku Koźmin Las zostały zarchiwizowane następujące zdarzenia środowiskowe, które, z perspektywy doliny rzecznej, dokumentują lokalny przebieg epizodu globalnego załamania warunków klimatycznych na przełomie plejstocenu i holocenu:

- istnienie nadrzecznego lasu o mało zróżnicowanym drzewostanie, zdominowanym przez sosnę,
- inicjalny proces glebowy (hydrogeniczna gleba mułowo-torfowa),
- stopniowy wzrost wilgotności w podłożu ekosystemu leśnego, aż do pojawienia się płytkiego zbiornika wody stojącej,
- pogarszanie kondycji lasu z powodu przesylenia podłoża wodą,

³² D. Dzieduszyńska, P. Kittel, J. Petera-Zganiacz, J. Twardy, *Paleogeograficzne elementy...*; D. Dzieduszyńska, P. Kittel, J. Petera-Zganiacz, S. J. Brooks, K. Korzeń, M. Krąpiec, D. Pawłowski, D. Płaza, M. Płóciennik, R. Stachowicz-Rybka, J. Twardy, *Environmental influence on forest development and decline in the Warta River valley (Central Poland) during the Late Weichselian*, „Quaternary International” [w druku].

³³ Szczegółowe dane dendrologiczne i dendrochronologiczne znajdują się w artykułach: P. Kittel, J. Petera-Zganiacz, D. Dzieduszyńska, J. Twardy, M. Krąpiec, S. Bijak, K. Bronisz, M. Zasada, D. Płaza, *Badania „kopalnego lasu”...*; D. Dzieduszyńska, P. Kittel, J. Petera-Zganiacz, J. Twardy, *Paleogeograficzne elementy...*; D. Dzieduszyńska, P. Kittel, J. Petera-Zganiacz, S. J. Brooks, K. Korzeń, M. Krąpiec, D. Pawłowski, D. Płaza, M. Płóciennik, R. Stachowicz-Rybka, J. Twardy, *Environmental influence...*

³⁴ Historia systemu fluwialnego Warty w basenie uniejowskim została podsumowana w artykule: J. Petera-Zganiacz, J. Forsytek, *Historia rozwoju doliny Warty w basenie uniejowskim*, „Biuletyn Uniejowski” 2012, 1, s. 23–41.

- powalenie lasu,
- intensywne powodzie i szybkie przykrycie leżących pni i karp osadami mineralnymi.

Systemy fluwialne należą do cennych źródeł informacji paleogeograficznych. Istotnym ograniczeniem interpretacyjnym jest opóźnienie ich reakcji na drobne, w skali czasu geologicznego, fluktuacje klimatyczne. Przykładem takim jest okres młodszego dryasu, który mimo wyraźnych i gwałtownych zjawisk, był dla wielu rzek zbyt krótki, aby doszło do uruchomienia mechanizmów niezbędnych do przekraczania tak zwanych wartości progowych, indukujących zmiany i ich udokumentowania w postaci zapisu geologicznego czy geomorfologicznego. W przypadku badanego stanowiska na wykształcenie i zachowanie serii organicznej wpłynęły warunki topograficzne, takie jak rozszerzenie dna doliny Warty (ryc. 2) i jej mały spadek w odcinku basenu uniejowskiego.

Szczałki kopalnych drzew w stanowisku Koźmin Las stanowią dowód na przetrwanie zbiorowisk leśnych, mimo znacznego rozrzedzenia szaty roślinnej w młodszym dryasie w Polsce Środkowej. Możliwe to było dzięki warunkom lokalnym doliny rzecznej, która stworzyła refugium chroniące ekosystem leśny od pogarszających się warunków klimatycznych.

Podkreślany wcześniej fakt dobrego zachowania drewna pozwolił na zastosowanie w badaniach stanowiska nowoczesnych metod dendrochronologicznych, polegających na datowaniu sekwencji przyrostowych sosny, określeniu czasu rośnięcia lasu oraz wieku drzewostanu³⁵. Podczas badań dużo uwagi poświęcono odtwarzaniu warunków paleośrodowiska na podstawie morfologii pni. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że w Polsce taki materiał badawczy został po raz pierwszy zastosowany do rekonstrukcji analizowanego okresu.

Badający stanowisko mają nadzieję na wykonanie analiz stosunków izotopów trwałych dla rocznych przyrostów drzew, które dostarczyłyby unikalnych danych paleośrodowiskowych o bardzo dużej rozdzielczości czasowej, o znaczeniu ponadregionalnym. Postęp prac w tym zakresie zależny jest jednak od możliwości finansowych.

Stanowisko Koźmin Las w basenie uniejowskim należy do unikalnych w Europie. Znaleźisko o porównywalnej wartości dla rekonstrukcji paleośrodowiskowych i celów dendrochronologicznych okresu nagłego załamania klimatu u progu młodszego dryasu zostało jak do tej pory udokumentowane tylko w stanowisku Reichnwalde w Saksonii we wschodnich Niemczech³⁶.

Opisywane archiwum zmian w środowisku naturalnym jest najbardziej kompletnie zachowanym zapisem młodszego dryasu w regionie łódzkim. Dzięki możliwości przeprowadzenia interdyscyplinarnych analiz wnosi ono nowe dane środowiskowe oraz chronostratygraficzne do dotychczasowych podsumo-

³⁵ D. Dzieduszyńska, P. Kittel, J. Petera-Zganiacz, J. Twardy, *Paleogeograficzne elementy...*; D. Dzieduszyńska, P. Kittel, J. Petera-Zganiacz, S. J. Brooks, K. Korzeń, M. Krąpiec, D. Pawłowski, D. Płaza, M. Płóciennik, R. Stachowicz-Rybka, J. Twardy, *Environmental influence...*

³⁶ M. Spurk, B. Kromer, P. Peschke, *Dendrochronologische, palynologische und Radiokarbon-Untersuchungen eines Waldes aus der Jüngerer Tundrenzeit*, „Quartär” 1999, 49/59, s. 34–48.

wań paleogeograficznych okresu przejściowego plejstocen-holocen w ujęciu regionalnym. Przedmiotem dalszych badań w basenie uniejowskim będzie seria osadów mineralnych terasy niskiej, zakumulowanych podczas powodzi. Jej rozpoznanie pod względem sedymentologicznym rozszerzy stan wiedzy o paleośrodowisku basenu uniejowskiego o wnioski dotyczące dynamiki zjawisk fluwialnych w okresach wzmózonej niestabilności klimatu.

Badania w stanowisku są finansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki – grant nr N N306 788240.

Bibliografia

- Alley R. B., Meese D. A., Shuman C. A., Gow A. J., Taylor K. C., Grootes P. M., White W. C., Ram M., Waddington E. D., Mayewski P. A., Zielinski G. A., *Abrupt increase in Greenland snow accumulation at the end of the Younger Dryas event*, „Nature” 1993, 362, s. 527–529.
- Andrzejak K., *Rozprzestrzenienie i uwarunkowania rozwoju późnovistuliańskich osadów organicznych w Koźminie* [maszynopis pracy magisterskiej], Archiwum Katedry Geomorfologii i Paleogeografii UŁ, Łódź 2012.
- Björck S., *Younger Dryas Oscillation, Global Evidence*, [w:] S. A. Elias (ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science*, vol. 3, Elsevier B.V., Oxford 2007, s. 1085–1093.
- Bradley R. S., *Paleoclimatology: Reconstructing Climates of the Quaternary*, „International Geophysics Series” 1999, vol. 68.
- Dylik J., *The main elements of the Upper Pleistocene paleogeography in Central Poland*, „Biuletyn Peryglacjalny” 1967, 16, s. 85–115.
- Dylikowa A., *Wydmy środkowopolskie i ich znaczenie dla stratygrafii schyłkowego plejstocenu*, [w:] R. Galon, J. Dylik (red.), *Czwartorzęd Polski*, PWN, Warszawa 1967, s. 353–371.
- Dzieduszyńska D., *Ochłodzenie młodszego dryasu i jego efekty morfogenetyczne w regionie łódzkim*, „Acta Geographica Lodziensia” 2011, 98.
- Dzieduszyńska D., Kittel P., *Basen uniejowski – historia i stan badań paleogeograficznych w Uniwersytecie Łódzkim*, „Biuletyn Uniejowski” 2012, 1, s. 189–203.
- Dzieduszyńska D., Kittel P., Petera-Zganiacz J., Brooks S. J., Korzeń K., Krąpiec M., Pawłowski D., Płaza D., Płóciennik M., Stachowicz-Rybka R., Twardy J., *Environmental influence on forest development and decline in the Warta River valley (Central Poland) during the Late Weichselian*, „Quaternary International” [w druku].
- Dzieduszyńska D., Kittel P., Petera-Zganiacz J., Twardy J., *Paleogeograficzne elementy rozwoju doliny Warty w Kotlinie Kolskiej w świetle badań w stanowisku „Koźmin Las”*, „Acta Geographica Lodziensia” 2012, 100, s. 35–49.
- Dzieduszyńska D., Petera-Zganiacz J., *Geologic position of the Younger Dryas subfossil forest in the Warta River Valley, central Poland*, „Bulletin of the Geological Society of Finland” 2012, 84, 1, s. 69–79.
- Dzieduszyńska D., Petera-Zganiacz J., Krąpiec M., *The age of the subfossil trunk horizon in deposits of the Warta River valley (central Poland) based on ¹⁴C datings*, „Geochronometria” 2011, 38 (4), s. 334–340.
- Forysiak J., *Ewolucja doliny Warty między Burzeninem a Dobrowem po zlodowaceniu warty*, „Acta Geographica Lodziensia” 2005, 90.
- Goździk J., *A permafrost and its impact on some depositional conditions between 20 and 10 ka in Poland*, „Biuletyn Peryglacjalny” 1995, 34, s. 53–72.
- Kittel P., Petera-Zganiacz J., Dzieduszyńska D., Twardy J., Krąpiec M., Bijak S., Bronisz K., Zasadna M., Płaza D., *Badania „kopalnego lasu” ze schyłku vistulianu w dolinie Warty (Kotlina Kolska, środkowa Polska)*, „Studia i Materiały CEPL w Rogowie” 2012, 14, z. 1 (30), s. 238–245.

- Klatkova H., Załoba M., *Kształtowanie budowy geologicznej i rzeźby południowego obrzeżenia basenu uniejowskiego*, [w:] *Przemiany środowiska geograficznego obszaru Konin–Turek*, red. W. Stankowski, Instytut Badań Czwartorzędu UAM, Poznań 1991.
- Kozarski S., *Deglacjacja północno-zachodniej Polski: warunki środowiska i transformacja geosystemu (~20→10 ka BP)*, „Dokumentacja Geograficzna” 1996, 1.
- Kozarski S., Rotnicki K., *Problemy późnowürmskiego i holocenińskiego rozwoju den dolinnych na Niżu Polskim*, „Prace Komisji Geograficzno-Geologicznej PTPN” 1978, 19.
- Kozłowski S. K., *Wielka historia świata*, t. 1, *Świat przed „rewolucją” neolityczną*, Forga Oficyna Wydawnicza, Kraków 2004.
- Krajewski K., *Późnoglacialne i holocenijskie procesy wydmotwórcze w pradolinie warszawsko-berlińskiej w widłach Warty i Neru*, „Acta Geographica Lodziensia” 1977, 39.
- Lowe J. J., Rasmussen S. O., Björck S., Hoek W. Z., Steffensen J. P., Walker M. J. C., Yu Z. C., *Synchronization of palaeoenvironmental events in the North Atlantic region during the Last Termination: a revised protocol recommended by the INTIMAE group*, „Quaternary Science Review” 2008, 27, s. 6–17.
- Madeyska T., *Zróznicowanie roślinności Polski u schyłku ostatniego zlodowacenia*, „Studia Geologica Polonica” 1998, 113, s. 137–180.
- Madeyska T., Kozłowski S. K., *Human settlement and palaeoenvironmental changes in Poland 20,000–8,000 years ago*, „Biuletyn Peryglacjalny” 1995, 34, s. 103–124.
- Manikowska B., *Gleby kopalne i okresy pedogenetyczne w ewolucji środowiska Polski środkowej po zlodowaceniu warciańskim*, „Acta Geographica Lodziensia” 1999, 76, s. 41–100.
- Petera J., *Vistuliańskie osady dolinne w basenie uniejowskim i ich wymowa paleogeograficzna*, „Acta Geographica Lodziensia” 2002, 83.
- Petera-Zganiacz J., Dzieduszyńska D., *Wymowa paleogeograficzna horyzontu pni kopalnych w osadach późnego vistulianu*, „Acta Geographica Lodziensia” 2007, 93, s. 57–66.
- Petera-Zganiacz J., Forysiak J., *Historia rozwoju doliny Warty w basenie uniejowskim*, „Biuletyn Uniejowski” 2012, 1, s. 23–41.
- Ralska-Jasiewiczowa M., Goslar T., Madeyska T., Starkel L., *Lake Gościąg, central Poland. A monographic study*, Part 1, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Science, Kraków 1998.
- Shackleton N. J., Opdyke N. D., *Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28-238. Oxygen isotope temperatures and its volumens on a 10 year scale*, „Quaternary Research” 1973, 3, 1, s. 39–55.
- Słownik Języka Polskiego*, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa 2007.
- Spurk M., Kromer B., Peschke P., *Dendrochronologische, palynologische und Radiokarbon-Untersuchungen eines Waldes aus der Jüngerer Tundrenzeit*, „Quartär” 1999, 49/59, s. 34–48.
- Starkel L., *Paleogeografia holocenu*, PWN, Warszawa 1977.
- Starkel L., *Współczesna rzeźba Polski dziedziczy cechy peryglacjalne*, „Przegląd Geograficzny” 2005, 77, 1, s. 11–19.
- Starkel L., Gębica P., *Evolution of river valleys in Southern Poland during the Pleistocene-Holocene transition*, „Biuletyn Peryglacjalny” 1995, 34, s. 177–190.
- Turkowska K., *Recognition of valleys evolution during the Pleistocene-Holocene transition in non-glaciated regions of Polish Lowlands*, „Biuletyn Peryglacjalny” 1995, 34, s. 209–227.
- Turkowska K., *Geomorfologia regionu łódzkiego*, Wyd. UŁ, Łódź 2006.
- Walker M. J. C., Björck S., Lowe J. J., Cwynar L. C., Johnsen S., Knudsen K. L., Wohlfarth B., INTIMATE group, *Isotopic “events” in the GRIP ice core: a stratotype for the late Pleistocene*, „Quaternary Science Review” 1999, 18, s. 1143–1150.
- Wasylkowa K., *Roślinność i klimat późnego glacialu w środkowej Polsce na podstawie badań w Witowie koło Łęczycy*, „Biuletyn Peryglacjalny” 1964, 13, s. 261–376.

ARCHIVE OF CHANGES IN THE NATURAL ENVIRONMENT DURING THE PLEISTOCENE-HOLOCENE TRANSITION IN THE UNIEJÓW BASIN

Summary

Archives of changes in the natural environments are gathered in various kinds of sediments, depending on the time in the history of the Earth. The Quaternary environmental variations are recorded from the ocean cores and the Greenland or Antarctic ice cores. High temporal resolution for shorter periods may be derived from annually laminated lacustrine sediments. A versatile archive for palaeogeographical reconstruction of the time of the Pleistocene–Holocene transition in the fluvial system has been found at Koźmin Las site in the Uniejów Basin of the middle Warta river valley. Well-preserved remains of pine subfossil forest as trunks and in situ stumps and accompanying organic deposits, of the late Alleröd and Younger Dryas age, have been subjected to multiproxy palaeoecological analysis and geological investigations. The sediments stored signals of a few short terrestrial events interrupted by periodic floods. It has been concluded that the forest was destroyed by deteriorating hydrological conditions or a sudden catastrophic event, like a strong wind, in response to a global climatic change of the Pleistocene–Holocene transition. The Late Weichselian natural events recorded at the site point to a possible reaction of the fluvial system in a changing climate and environment. The knowledge about the past is essential to the creation of current ecosystem management strategies.