

## Zawartość węgla organicznego w osadach dolinnych jako wskaźnik denudacji holocenińskiej w dorzeczu górnej Odry

*Organic-carbon content as an indicator of Holocene denudation  
in the Upper Odra River basin*

**KRZYSZTOF J. WÓJCICKI, LESZEK MARYNOWSKI**

Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, 41-200 Sosnowiec, ul. Będzińska 60;  
krzysztof.wojcicki@us.edu.pl leszek.marynowski@us.edu.pl

**Zarys treści.** W artykule rozpatrzono uwarunkowania akumulacji organicznej i mineralnej w późnym wistulianie i holocenie w niewielkich zbiornikach sedymentacyjnych położonych w dolnych odcinkach dolin Kłodnicy i Osobłogi. Jako wskaźnik zmian natężenia denudacji zastosowano wahania zawartości całkowitego węgla organicznego w osadach oznaczone metodą wysokotemperaturowego spalania próbek i pomiaru koncentracji dwutlenku węgla przez absorpcję w podczerwieni. Zapis sedymentacyjny zestawiono z ewolucją szaty roślinnej i historią osadnictwa w rozpatrywanych dorzeczach oraz fazami aktywności fluwialnej i nasilenia procesów stokowych w południowej Polsce.

**Słowa kluczowe:** ewolucja dolin, Kotlina Raciborska, substancja organiczna, erozja gleb, fazy powodziowe, holocen.

### Wprowadzenie

Badania nad przebiegiem denudacji dowodzą, że obserwowane współcześnie epizody uaktywnienia procesów stokowych i powodzie nawiedzające dna dolin rzecznych nie były w holocenie zjawiskiem wyjątkowym. W okresach nasilenia denudacji dochodziło do przekształceń lokalnych stosunków wodnych i glebowych, które implikowały kierunki rozwoju biocenoz i gospodarczej aktywności człowieka (m.in. Ablamowicz i Śnieszko, 2001). W rezultacie przekształcenia krajobrazu do stanu obecnego są w dużej mierze uwarunkowane rozwojem denudacji na rozpatrywanym obszarze.

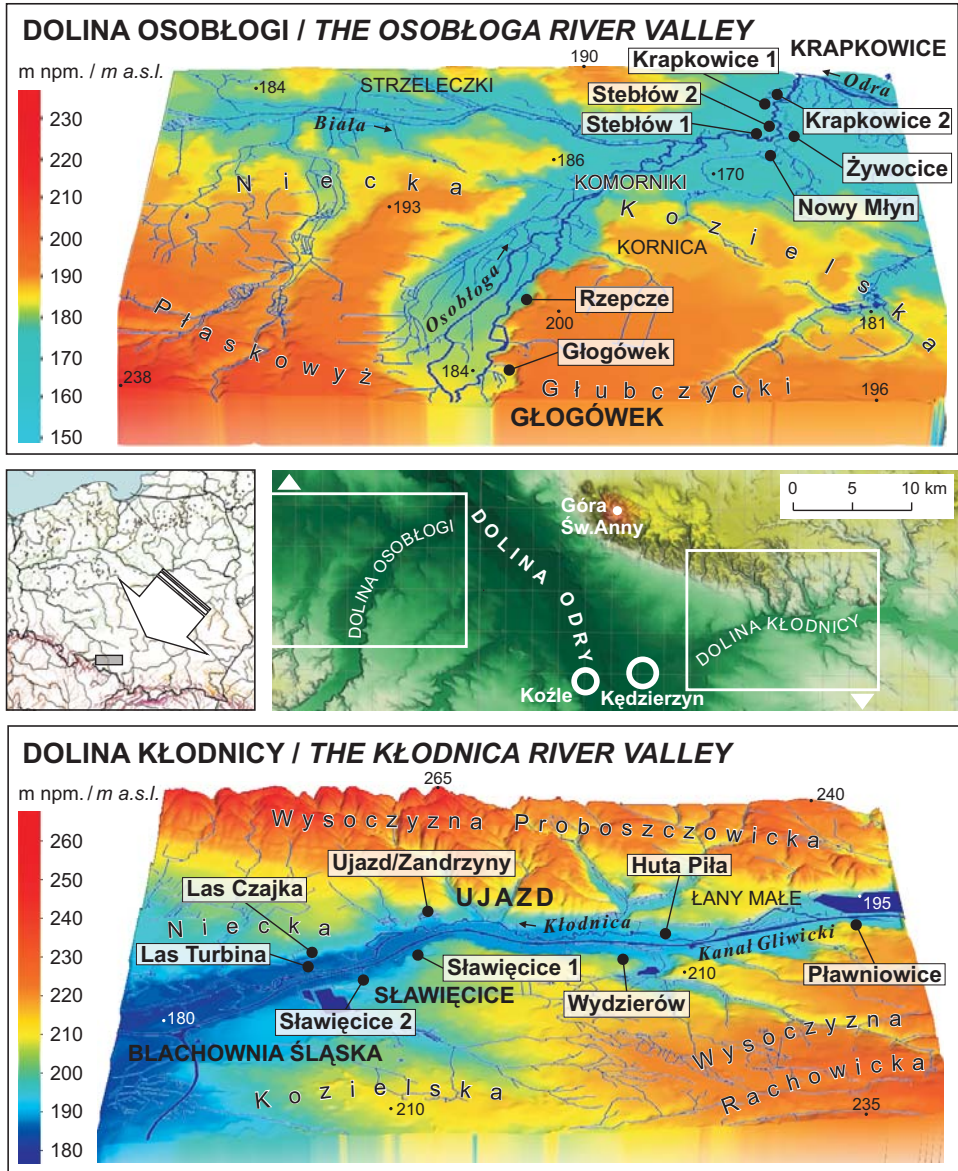
Jedną z metod rekonstrukcji aktywności procesów denudacyjnych jest analiza wahań zawartości składników pochodzenia organicznego i mineralnego w osadach. Według klasycznych interpretacji (m.in. Ralska-Jasiewiczowa i Starkel, 1988), warstwy zasobne w substancję organiczną powstały w okresach

ograniczenia dostawy składników mineralnych do zbiornika sedymentacyjnego. Mogą być odnoszone do faz ograniczenia dynamiki procesów erozji, transportu i sedymentacji, mających miejsce w okresach poprawy warunków klimatycznych lub niskiej aktywności gospodarczej człowieka (m.in. Alexandrowicz i inni, 1981; Brown, 1996; Sifeddine i inni, 1996). Z drugiej strony warstwy o wysokiej zawartości składników mineralnych świadczą o wzroście dostawy osadów alochtonicznych, wiązanych zwykle ze wzrostem erozji w zlewni na skutek pogorszenia klimatu (zwiększenia częstości występowania ekstremalnych zjawisk hydrometeorologicznych) i odlesień antropogenicznych (m.in. Starkel i inni, 1996; Di-Giovanni i inni, 1998; Klimek, 2003; Bertran, 2004). J. Macaire i inni wykazali jednak niedawno (2006), że tempo akumulacji organicznej w holocenie nie było uzależnione od oscylacji klimatycznych, a związki między temperaturą i wilgotnością klimatu a tempem sedymentacji mineralnej są złożone. W świetle przytoczonych wyników badań, zagadnienie wpływu poszczególnych czynników środowiskowych na styl sedymentacji budzi dyskusję. Prace podjęte w dolinach Kłodnicy i Osobłogi (dopływy górnej Odry) miały na celu określenie uwarunkowań i chronologii wahań zawartości węgla organicznego w osadach wypełniających zbiorniki sedymentacyjne w dnach dolin. Zapis sedymentacyjny z dorzecza górnej Odry skorelowano z czynnikami środowiskowymi (ewolucja szaty roślinnej, historia osadnictwa, fazy nasilenia procesów stokowych i aktywności fluwialnej), które mogły wpływać na intensywność erozji, transportu i sedymentacji w rozpatrywanych zlewniach.

### **Charakterystyka obszaru badań**

Studia porównawcze objęły dolne odcinki dolin Kłodnicy i Osobłogi w dorzeczu górnej Odry (ryc. 1). Wypływająca z Wyżyny Śląskiej Kłodnica ma 75,3 km długości i dorzecze o powierzchni 1084,8 km<sup>2</sup>. Osobłoga, biorąca swój początek w Górach Opawskich (Czechy) ma długość 65,5 km i dorzecze obejmujące 993,2 km<sup>2</sup>. Objęte badaniami odcinki dolin leżą w obrębie regionów geomorfologicznych zaliczanych do Kotliny Raciborskiej. W ujęciu K. Klimka (1972) dolina środkowej Kłodnicy oddziela gliniastą Wysoczyznę Rachowicką od lessowej Wysoczyzny Proboszczowickiej. Dolina środkowej Osobłogi przecina lessowy Płaskowyż Głubczycki. Dolne odcinki obydwu dolin wkraczają na piaszczysty obszar Niecki Kozielskiej. Mimo zbliżonej wielkości, analizowane systemy fluwialne wykazują znaczne zróżnicowanie przyrodnicze. Średni spadek Osobłogi (8,29‰) jest charakterystyczny dla rzek górskich, Kłodnicy zaś przyjmuje wartości rzek wyżynnych (1,82‰). Osobłoga cechuje się większą zmiennością przepływu zarówno w cyklu rocznym, jak i w wieloleciu (Wójcicki, 2006). W dolnym odcinku doliny w Kotlinie Raciborskiej, Osobłoga ma charakter rzeki tranzytowej. Kłodnica wykazuje cechy rzeki autochtonicznej, której sposób zasilania oraz reżim odpływu i transportu osadów jest wynikiem oddziaływa-

nia środowiska przyrodniczego regionu, przez który przepływa. Dorzecze Osobłogi cechuje wysoka wartość wskaźnika urzeźbienia ( $\psi=25,95$ ), obliczonego jako iloraz deniwelacji i pierwiastka powierzchni zlewni. Dla dorzecza Kłodnicy wskaźnik urzeźbienia przyjmuje znacznie niższą wartość ( $\psi=5,83$ ). W konse-



Ryc. 1. Obszar badań i lokalizacja stanowisk badawczych  
Study area and location of study sites

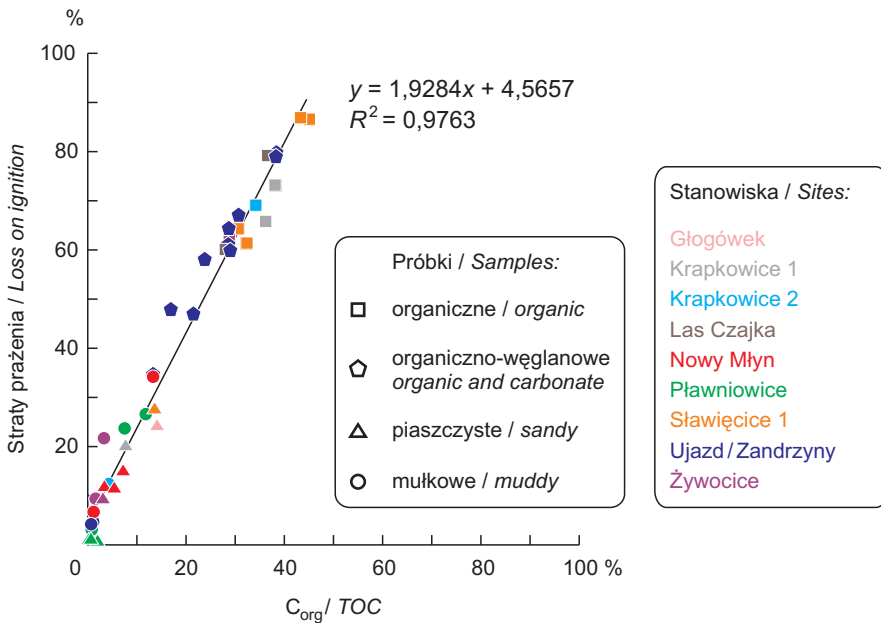
kwencji można się spodziewać, że stopień powiązania między systemem stokowym i korytowym w dorzeczu Osobłogi jest znacznie wyższy, co przekłada się na ilość osadów włączanych do transportu w obrębie systemu fluwialnego. Blisko 1/3 powierzchni dorzecza Osobłogi zajmują podatne na erozję utwory lessowe, podczas gdy w dorzeczu Kłodnicy ich udział nie przekracza 5%. Wychodnie skał litych (m.in. szarogłazów, łupków, piaskowców i zlepieńców) są bardziej rozpozszechnione w dorzeczu Osobłogi, gdzie zajmują około 1/4 zlewni. W dorzeczu Kłodnicy dominują natomiast gliny i ich eluwia (prawie 3/4 powierzchni zlewni). Udział utworów lodowcowych w dorzeczu Osobłogi nie przekracza 24% (Wójcicki, 2006).

### Metody badań

Do szczegółowych badań wytypowano 16 profili osadów wypełniających zbiorniki sedymentacyjne (głównie starorzecza) powstałe w obrębie równiny zalewowej Kłodnicy i Osobłogi. W celu zniwelowania wpływu czynników odpowiedzialnych za lokalny zapis sedymentacji (por. Macaire i inni, 2006; Davies-Vollum i Smith, 2008) stanowiska badawcze zlokalizowano w zróżnicowanych wiekowo i morfodynamicznie fragmentach analizowanych dolin. Próbkę pobrano przy użyciu świdra typu Instorf w strefach największej zmienności litologicznej i genetycznej osadów. Pobór próbek poprzedziło wykonanie przekrojów geologicznych, pozwalających ustalić konfigurację stropu gruboziarnistych aluwów facji korytowej i ułatwiających genetyczną interpretację osadów wypełniających wytypowane zbiorniki sedymentacyjne. Chronologia osadów została oparta na 52 datowaniach przeprowadzonych w Laboratoriach Radiowęglowych w Kijowie, Gliwicach i Poznaniu. Wyniki datowań przedstawiono w postaci dat konwencjonalnych. W przypadku stanowisk Sławęcice 1, Huta Piła i Żywoci-ce chronologię radiowęglową wsparły wyniki analizy pyłkowej (Nita i Wójcicki, 2005; Nita, inf. ustna).

Zawartość węgla organicznego oznaczono w analizatorze Eltra CS-530. Podstawą analizy jest pomiar koncentracji dwutlenku węgla w mieszance gazów przez absorpcję w podczerwieni. Procedura polega na określeniu zawartości węgla nieorganicznego i całkowitego po potraktowaniu próbki odpowiednio 50% roztworem kwasu fosforowego oraz jej spaleniu w atmosferze tlenowej. Węgiel organiczny stanowi różnicę pomiędzy węglem całkowitym a węglem nieorganicznym. Udział węglanów otrzymuje się mnożąc zawartość węgla nieorganicznego przez 8,333 przy założeniu, że wszystkie węglany występują w postaci  $\text{CaCO}_3$ . Warto podkreślić, że udział wagowy pierwiastka węgla w składzie substancji organicznej jest zmienny w zależności od jej pochodzenia i mieści się zazwyczaj w przedziale od 45 do 69 % (Łydka, 1985). Rzeczywisty udział substancji organicznej w próbkach jest więc w przybliżeniu 2-krotnie wyższy od zawartości węgla organicznego (por. Macaire i inni, 2006). Przeprowadzone

analizy porównawcze pozwalają odnotować wysoką korelację pomiędzy rezultatami zastosowanej metody a wynikami powszechnie używanej analizy strat prażenia (ryc. 2). Niezależnie od udziału substancji organicznej, straty prażenia w wybranych próbkach (oznaczone wg zaleceń Polskiej Normy..., 1988) okazały się przeciętnie ponad 2-krotnie wyższe od wartości węgla organicznego uzyskanej w analizatorze CS-530.



Ryc. 2. Straty prażenia a zawartość węgla organicznego według oznaczenia w analizatorze Ultra CS-530 dla wybranych próbek osadów z dolin Kłodnicy i Osobłogi

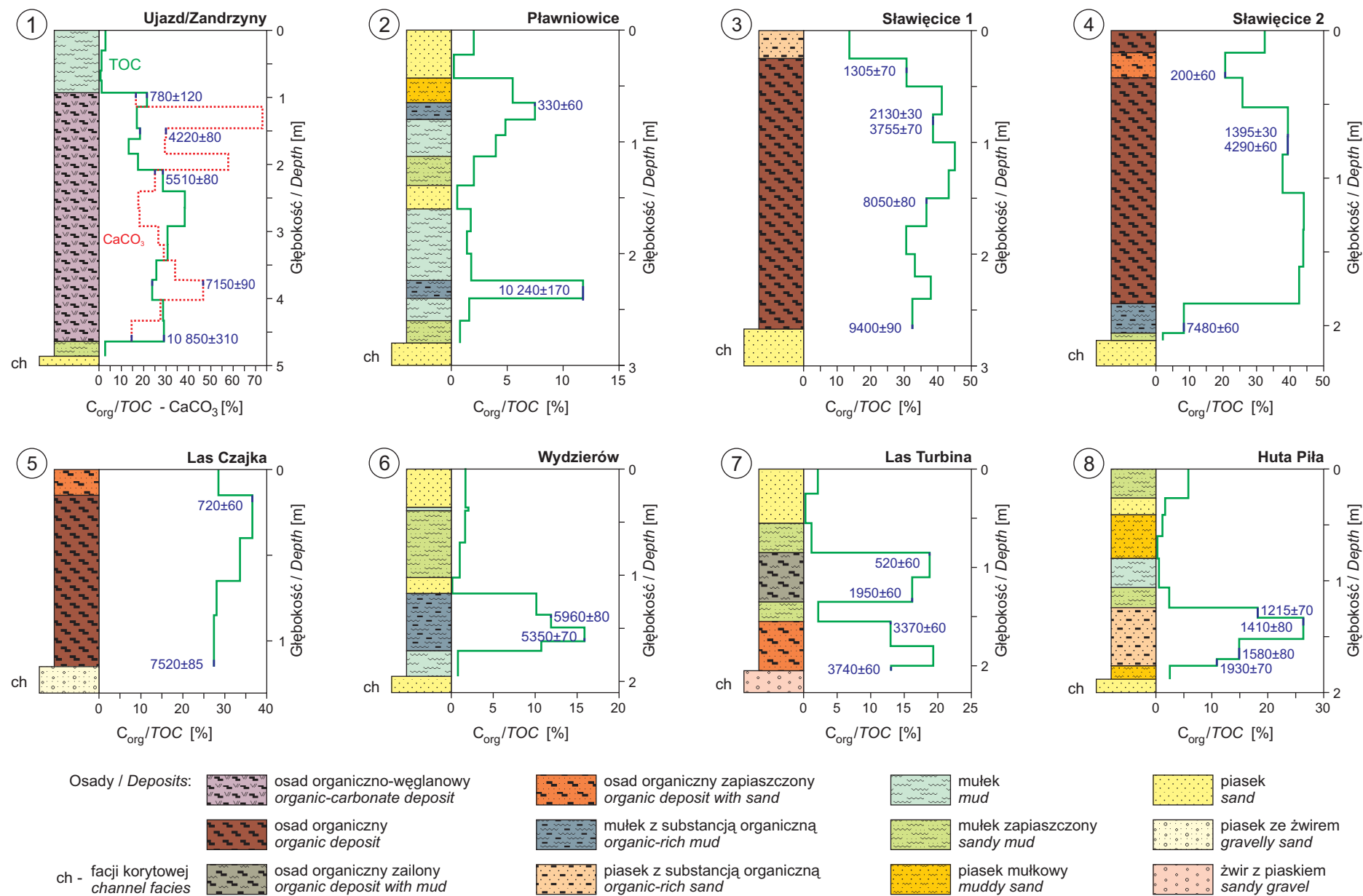
Loss on ignition versus TOC content obtained using an Eltra Elemental Analyser for selected samples from fill deposits in the Kłodnica and Osobłoga Valleys

## Materiały i wyniki

W dolinie Kłodnicy badaniami objęto 8 stanowisk. Profil Ujazd/Zandrzyń obejmuje dwie serie osadów, z których dolna była akumulowana w depresji starorzecza. Składają się na nią piaszczyste mułki oraz osady biogeniczne (utwory wodorostowe i torfy) z domieszką mułu wapiennego. Seria górna, pylasta, zdeponowana została jako osad stożka napływowego u wylotu wąwozu lessowego (ryc. 3.1). W wypełnieniu starorzecza z Pławniowic dominują aluwia zdeponowane w środowisku zmiennym litodynamicznie. Niektóre warstwy mułku zawierają domieszkę szczątków roślinnych, m.in. mchów i detrytusu drzewnego. W górnej części profilu występują piaski stokowe (ryc. 3.2). W starorzeczach

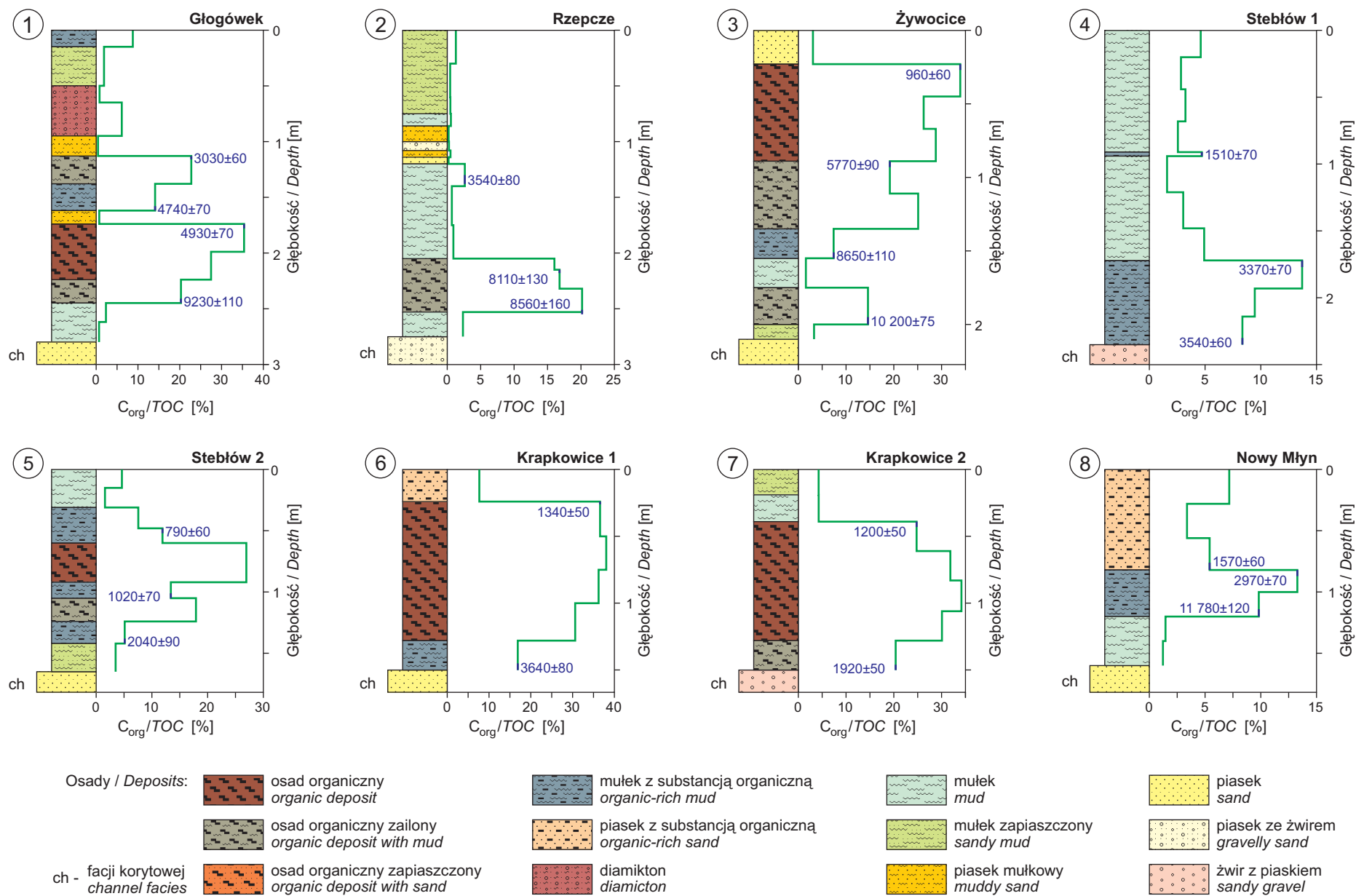
oznaczonych jako Sławięcice 1 (ryc. 3.3) i Las Czajka (ryc. 3.5) narastały torfy (dominują olesowe), przykryte następnie przez piaski zboczowe. W starorzeczu Sławięcice 2 akumulacja była bardziej urozmaicona obejmując kolejno mułki facji powodziowej, torf szuwarowy i olesowy, piaszczyste utwory deponowane ze splukiwania i torf torfowcowo-turzycowy (ryc. 3.4). W stanowisku Wydzierów starorzecze wypełnia seria drobnoziarnistych aluwiów (ze szczątkami roślin wodnych), przykrytych przez piaszczyste koluwia. W starorzeczu młodszej generacji oznaczonym jako Las Turbina akumulacja utworów biogenicznych (osady detrytusowe i torf olesowy) została dwukrotnie przerwana w wyniku sedymentacji aluwiów. Młodsza seria piaszczysta musiała być deponowana w relatywnie wysokoenergetycznym środowisku (ryc. 3.7). Profil Huta Piła (ryc. 3.8) reprezentuje sekwencję osadów strefy proksymalnej równiny zalewowej. Zapiaszczone osady detrytusowe gromadzone w środowisku wodnym zostały przykryte serią piaszczysto-mułkowych aluwiów (Wójcicki i Nita, 2004). Analiza zawartości  $C_{org}$  objęła łącznie 90 próbek osadów pobranych z opisanych wyżej profili. Średni udział węgla organicznego w próbkach z doliny Kłodnicy wyniósł 16,84%.

W dolinie Kłodnicy, większość datowanych na późny vistulian próbek ze stanowisk Ujazd/Zandrzyń i Pławniowice cechuje niska zawartość węgla organicznego. Jednak już od  $10\ 850 \pm 310$  BP [Gd-10 821] w profilu Ujazd/Zandrzyń gromadzone były osady o wysokiej zawartości substancji organicznej i  $CaCO_3$ . W eoholocene, w stanowiskach Ujazd/Zandrzyń i Sławięcice 1 (daty  $9400 \pm 90$  BP [Ki-7157] i  $8050 \pm 80$  BP [Ki-7568]) odnotowano niezakłóconą akumulację substancji organicznej ( $C_{org} > 25\%$ ). Jedynie w profilu Pławniowice, w bliżej nieokreślonej części holocenu – między  $10\ 240 \pm 170$  BP [Gd-10 812] a  $330 \pm 60$  BP [Ki-15 894] – doszło do przyrostu osadów zdominowanych przez składniki mineralne. W starszej i środkowej części fazy atlantyckiej w dolinie Kłodnicy w większości stanowisk notowana jest spokojna akumulacja substancji organicznej. Jedynie w profilu Sławięcice 2, przed około 7,5 tys. BP odnotowano dostawę materii mineralnej. Natomiast w profilach Las Czajka (data  $7520 \pm 85$  BP; [Ki-7156]), Ujazd/Zandrzyń (data  $7150 \pm 90$  BP [Ki-7577]) oraz Sławięcice 2 w osadach młodszych od  $7480 \pm 60$  BP [Ki-11 230] zawartość  $C_{org}$  waha się od 23,8 do 43,3%. W młodszej części mezoholocenu zarejestrowano w stanowisku Wydzierów pewne przejawy nasilenia denudacji (udział  $C_{org}$  wynosi 11,9 i 15,9 % odpowiednio dla próbek datowanych na  $5960 \pm 80$  [Ki-11 887] i  $5350 \pm 70$  BP [Ki-11 885]). Niemniej w pozostałych stanowiskach (Sławięcice 1, Sławięcice 2, Las Czajka) nie zapisały się w tym czasie żadne epizody dostawy składników mineralnych. W stanowisku Ujazd/Zandrzyń w próbkach młodszych od  $5510 \pm 80$  BP [Ki-7578] obserwowany jest spadek  $C_{org}$  na rzecz wysokiej zawartości węglanu wapnia (29,5–57,8 %). Kulminacja wysokiej zawartości  $CaCO_3$  przypada na starszy subboreał (około  $4220 \pm 80$  BP [Ki-7579]). W fazie subborealnej, w stanowiskach Sławięcice 2 (data  $4290 \pm 60$  [Ki-13 092]), Sławięcice 1 (data  $3755 \pm 70$  BP [Ki-7567]) i Las Czajka deponowane były osady



Wiek <sup>14</sup>C (daty konwencjonalne BP) / <sup>14</sup>C age (uncalibrated dates BP): 7520±85

Ryc. 3. Zawartość C<sub>org</sub> i CaCO<sub>3</sub> w profilach osadów z doliny Kłodnicy  
TOC and carbonate content in the cores taken in the Kłodnica River valley



Wiek  $^{14}C$  (daty konwencjonalne BP) /  $^{14}C$  age (uncalibrated dates BP): 7520±85

Ryc. 4. Zawartość  $C_{org}$  w profilach osadów z doliny Osobłogi  
TOC content in cores taken from the Osobłoga River valley



o wysokiej zawartości  $C_{org}$ , zaś w stanowisku Ujazd/Zandrzyzny oprócz materii organicznej gromadzony był węglan wapnia. W stanowisku Las Turbina, między  $3740 \pm 60$  BP [Ki-11 228] a  $3370 \pm 60$  BP [Ki-11 227] doszło do akumulacji osadów o umiarkowanej zawartości  $C_{org}$  (13,0–19,3 %), natomiast w przedziale  $3370 \pm 60$  BP– $1950 \pm 60$  BP [Ki-15 876] zanotowano w tym profilu intensywną dostawę aluwii ( $C_{org}=2,2\%$ ). Również w profilu Huta Piła, niewielką zawartością  $C_{org}$  cechują się osady starsze niż  $1930 \pm 70$  BP [Ki-7576]. Tymczasem w stanowisku Sławięcice 1 kontynuowana była akumulacja utworów biogenicznych (data  $2130 \pm 30$  BP [Poz-23 206]). W środkowej części okresu subatlantyckiego odnotować można wzrost zawartości  $C_{org}$  w osadach z profilu Las Turbina (do 16,2–18,8 % po  $1950 \pm 60$  BP) oraz w profilu Huta Piła (do 10,9–26,4 % w próbkach datowanych na  $1930 \pm 70$  BP,  $1580 \pm 80$  BP [Ki-7575],  $1410 \pm 80$  BP [Ki-7574] oraz  $1215 \pm 70$  BP [Ki-7573]). W stanowiskach Sławięcice 1, Sławięcice 2 (data  $1395 \pm 30$  [Poz-23211]) i Las Czajka kontynuowana była akumulacja osadów o wysokiej zawartości substancji organicznej ( $C_{org}>30\%$ ). Powszechny wzrost udziału osadów alochtonicznych w badanych profilach zainicjowany został we wczesnym średniowieczu, ale zmiana stylu sedymentacji nie była synchroniczna. Zapoczątkowanie intensywnej dostawy utworów stokowych lub aluwii wydatowano na mniej niż  $1305 \pm 70$  BP [Ki-7566] w stanowisku Sławięcice 1,  $1215 \pm 70$  BP w stanowisku Huta Piła,  $780 \pm 120$  BP [Gd-10 810] w stanowisku Ujazd/Zandrzyzny,  $720 \pm 60$  BP [Ki-11 231] w stanowisku Las Czajka oraz  $520 \pm 60$  BP [Ki-11 226] w stanowisku Las Turbina. W stanowisku Sławięcice 2 dostawa utworów stokowych miała miejsce około  $200 \pm 60$  BP [Ki-11 229], ale współcześnie dominują tam ponownie procesy akumulacji biogenicznej.

Obiektem badań w dolinie Osobłogi były osady 8 zbiorników sedymentacyjnych założonych w obniżeniach starorzeczy. W profilu Głogówek zdeponowane zostały osady zróżnicowane genetycznie: mułki rzeczne, torf olesowy przedzielony warstwą piasków zmywowych oraz gliniaste utwory stokowe (ryc. 4.1). Profil Rzepcze obejmuje dwie serie osadów, z których dolna – gromadzona w starorzeczu – składa się z drobnoziarnistych aluwii przedzielonych warstwą zailonego torfu olesowego. Powyżej zdeponowana została seria laminowanych, piaszczysto-mułkowych osadów stożka napływowego (ryc. 4.2). Dolny człon wypełnienia starorzecza w Żywocicach (ryc. 4.3) składa się z serii mułków powodziowych przedzielonych warstwą osadów biogenicznych zgromadzonych w środowisku wodnym. Następnie akumulowane były torfy olesowe i turzycowiskowe, a w ostatnim etapie piaszczyste utwory stokowe. W starorzeczu młodszej generacji oznaczonym jako Stebłów 1 w niskoenergetycznym środowisku gromadzone były drobnoziarniste osady powodziowe zawierające niewielką ilość szczątków roślinnych (ryc. 4.4). W podobnych warunkach wypełniane było starorzecze Stebłów 2, choć w rozpatrywanym profilu piaszczyste mułki przedzielone są warstwami osadów biogenicznych (ryc. 4.5). Profil Krapkowice 1 nawiercony został w obrębie dość rozległego torfowiska zajmującego obszar współczesnego

basenu powodziowego Osobłogi. W tym stanowisku powyżej drobnoziarnistych aluwii narastał torf z dominacją szczytków olszy i turzyc, przykryty następnie przez piaszczyste utwory stokowe (ryc. 4.6). Na wypełnienie starorzecza w stanowisku Krapkowice 2 składają się torfy olesowe, u dołu zapiaszczone, od góry przykryte serią drobnoziarnistych aluwii (ryc. 4.7). Profil Nowy Młyn reprezentuje wypełnienie paleokoryta małej krętości, stanowiącego obecnie część rozległego basenu powodziowego. W profilu tym można wyróżnić serię drobnoziarnistych aluwii z rozproszonym detrytusem drzewnym i przykrywających je piaszczystych utworów stokowych zawierających szczytki drewna, trzciny i turzyc (ryc. 4.8). W dolinie Osobłogi analiza objęła łącznie 78 próbek osadów. W porównaniu z doliną Kłodnicy cechują się one niższą zawartością substancji organicznej (średnia zawartość  $C_{org}$  wynosi 11,25%).

Aktywność procesów denudacyjnych w dorzeczu Osobłogi w okresie poprzedzającym holocen była relatywnie wysoka. Zawartość węgla organicznego w datowanych na późny wistulian segmentach profili Nowy Młyn (data  $11\,780 \pm 120$  BP [Ki-7162]) i Żywocice (osady starsze od  $10\,200 \pm 75$  BP [Ki-7163]) nie przekracza 15%. Nieznaczny wzrost udziału  $C_{org}$  w profilu Nowy Młyn zanotowano z początkiem *allerødu*. W fazie *preborealnej* według danych pyłkowych (Nita, inf. ustna), w stanowisku Żywocice gromadzone były osady o umiarkowanej zawartości substancji organicznej ( $C_{org}=14,6\%$ ). Jednak w fazie *borealnej* doszło w rozpatrywanym stanowisku do intensywnej sedymentacji osadów mineralnych ( $C_{org}=1,6-7,4\%$ ). W świetle datowania  $^{14}C$  epizod ten zakończył się około  $8650 \pm 110$  BP (Ki-15 886). Według danych pyłkowych nie można wykluczyć, że trwał nawet do starszej części fazy *atlantyckiej*. Przejściowy wzrost zawartości  $C_{org}$  (20,2–16,8 %) w stanowisku Rzepcze zanotowano pomiędzy  $8560 \pm 160$  BP [Ki-11 528] a  $8110 \pm 130$  BP [Ki-11 527]. Poniżej i powyżej tej warstwy zawartość węgla organicznego w profilu nie przekracza 3%. Jedynie w stanowisku Głogówek od około  $9230 \pm 110$  BP [Ki-15 893] zaczęły być deponowane osady bogate w substancję organiczną ( $C_{org}>20\%$ ). W starszej i środkowej części fazy *atlantyckiej* w stanowiskach Żywocice i Głogówek akumulowane były utwory o relatywnie wysokiej zawartości  $C_{org}$  (25,1–27,5 %). Natomiast w profilu Rzepcze między  $8110 \pm 130$  BP a  $3540 \pm 80$  BP [Ki-15 877] przeważała depozycja osadów o bardzo niskiej zawartości  $C_{org}$  (<1%). Należy jednak podkreślić, że niewielka miąższość osadów zgromadzonych w tym okresie sugeruje obecność *hiatusów*. Próbkę datowaną pyłkowo na młodszy *atlantyk* i starszy *subboreal* w profilu Żywocice (data  $5770 \pm 90$  BP [Ki-15 885]) zawierają umiarkowane ilości substancji organicznej ( $C_{org}=19,2-28,8\%$ ). W profilu Głogówek w próbce datowanej na  $4930 \pm 70$  BP [Ki-15 892] zanotowano wysoki udział  $C_{org}$  (35,4%), ale pomiędzy  $4930 \pm 70$  BP a  $4740 \pm 70$  BP [Ki-15 891] zarejestrowano w tym stanowisku epizod intensywnej dostawy osadów mineralnych ze stoków doliny ( $C_{org}=0,7\%$ ). W porównaniu do doliny Kłodnicy, aktywność procesów denudacyjnych w dolinie Osobłogi w środkowym i młodszym *subboreale* była znaczna. W profilu

Rzeczne około  $3540 \pm 80$  BP gromadzone były osady mineralne ( $C_{\text{org}}=2,6\%$ ). Umiarkowanie niską zawartość substancji organicznej ( $C_{\text{org}}=8,4\text{--}13,7\%$ ) mają osady z profilu Stebłów 1 akumulowane między  $3540 \pm 60$  BP [Ki-15 888] a  $3370 \pm 70$  BP [Ki-15 896]. W stanowisku Krapkowice 1 w próbce datowanej na  $3640 \pm 80$  BP [Ki-7581] odnotowano przeciętną zawartość  $C_{\text{org}}$  (16,9%). W próbce z profilu Nowy Młyn datowanej na  $2970 \pm 70$  BP [Ki-15 883] zawartość  $C_{\text{org}}$  wynosi 13,3%. Tylko w próbce ze stanowiska Głogówek datowanej na  $3030 \pm 60$  BP [Ki-15 890] zawartość węgla organicznego jest relatywnie wysoka i wynosi 22,8%. Na przełomie faz subborealnej i subatlantyckiej w wielu wymienionych stanowiskach doszło do dalszego znaczącego ograniczenia akumulacji biogenicznej. W profilu Stebłów 1 pomiędzy  $3370 \pm 70$  BP a  $1510 \pm 70$  BP [Ki-15 895] gromadzone były osady o zawartości  $C_{\text{org}}=1,6\text{--}4,9\%$ . W profilu Nowy Młyn w próbkach datowanych na  $2970 \pm 70$  BP i  $1570 \pm 60$  BP [Ki-15884] zawartość  $C_{\text{org}}$  zmalała z 13,3% do 5,4%. W profilu Głogówek po  $3030 \pm 60$  BP zawartość węgla organicznego spadła do 0,4%. Jedynie w stanowisku Krapkowice 1 po  $3640 \pm 80$  BP zaznaczył się wzrost akumulacji węgla organicznego do ponad 30%. W środkowej części fazy subatlantyckiej odnotować można przejściowy wzrost zawartości substancji organicznej w profilach Stebłów 2 (wzrost  $C_{\text{org}}$  do 11,9–27,0 % po  $2040 \pm 90$  BP [Ki-15 880]) oraz Krapkowice 2 ( $C_{\text{org}}=20,4\text{--}34,2\%$  w osadach datowanych pomiędzy  $1920 \pm 50$  BP [Ki-7160] a  $1200 \pm 50$  BP [Ki-7159]). W profilu Stebłów 1 doszło w tym czasie do nieznacznego wzrostu zawartości  $C_{\text{org}}$  do blisko 5% (data  $1510 \pm 70$  BP [Ki-15895]). Początek intensywnej dostawy utworów stokowych i aluwii do zbiorników sedymentacyjnych w dnie doliny Osobłogi został wydatowany na mniej niż:  $1340 \pm 50$  BP [Ki-15 882] w stanowisku Krapkowice 1,  $1200 \pm 50$  BP w stanowisku Krapkowice 2,  $960 \pm 60$  BP [Ki-15 881] w stanowisku Żywocice oraz  $790 \pm 60$  BP [Ki-15 878] w stanowisku Stebłów 2.

### **Uwarunkowania środowiskowe a chronologia wahań zawartości materii organicznej i mineralnej w osadach z późnego vistulianu i holocenu**

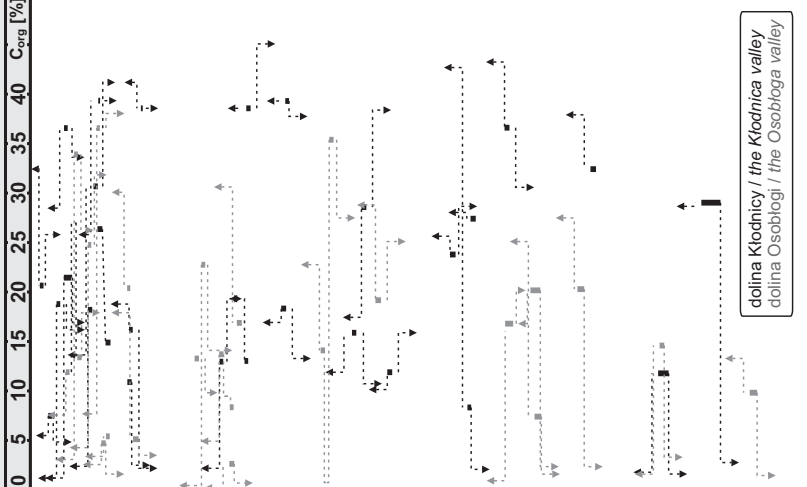
#### **Historia roślinności a etapy akumulacji organicznej i mineralnej**

Ogólne tendencje zmian zawartości substancji organicznej i mineralnej w osadach z doliny Kłodnicy i Osobłogi wydają się nawiązywać do głównych etapów rozwoju roślinności przejawiających się w zmianach proporcji lasów do powierzchni bezleśnych (ryc. 5).

W późnym glacie w dorzeczu górnej Odry przeważała sedymentacja utworów mineralnych. Najstarszy z udokumentowanych w dolinie Osobłogi epizodów dostawy osadów alochtonicznych, związany prawdopodobnie ze starszym dryasem lub poprzedzającym go bøllingiem, zarejestrowano w profilu Nowy Młyn (ryc. 4.8). W bøllingu rozpoczął się na terenach Polski proces zastępo-

**Zawartość C<sub>org</sub> / TOC content**

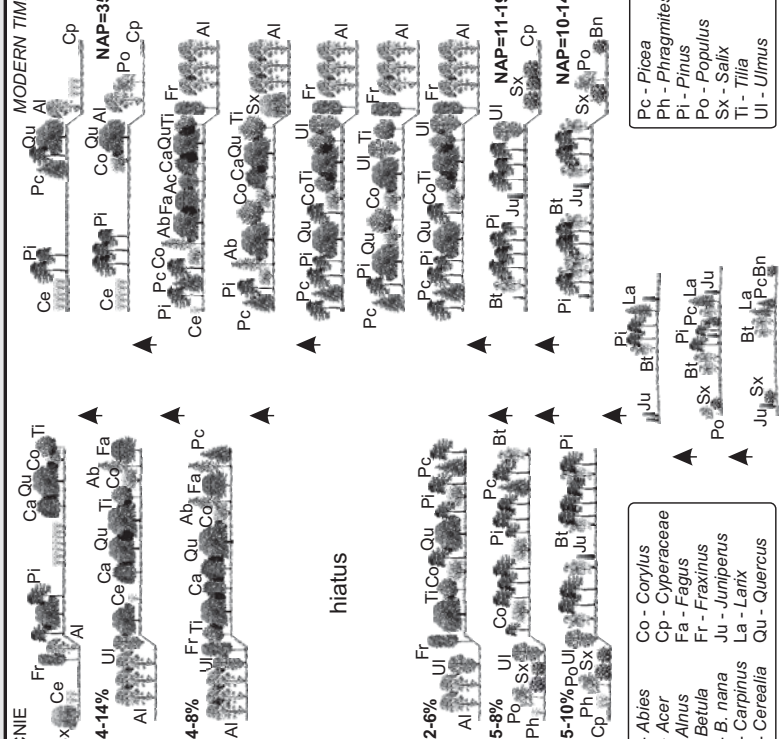
- w datowanej próbce datowanej warstwy  
- w próbce powyżej datowanej warstwy  
in sample above the dated layer  
in sample below the dated layer



dolina Kłodnicy / the Kłodnica valley  
dolina Osobłogi / the Osobłoga valley

<b>Chronozony</b> <b>Chronozones</b> (Mangerud i inni, 1974)	SA-3 1000 SA-2 2000 SA-1	Subatlantycka Subatlantic
<b>Wiek <sup>14</sup>C konw. BP</b> <b>Age <sup>14</sup>C uncal. BP</b>	SB-3 3000 SB-2 4000 SB-1 5000 AT-3 6000 AT-2 7000 AT-1 8000 BO-2 BO-1 9000 PB-2 PB-1 10000	Subborealna Subboreal atlantycka Atlantic borealna Boreal preborealna Preboreal
<b>poźny wistulian</b> <b>Late Vistulian</b>	YD 11000 AL 12000 BL	

**Ewolucja roślinności w późnym wistulianie i holocenie**  
(Ralska-Jasiewiczowa, 1999)  
**History of vegetation in the Late Vistulian and the Holocene**  
(Nita and Wójcicki, 2005; Nita, pers. inf.)



- Ab - Abies
- Ac - Acer
- Al - Alnus
- Bt - Betula
- Bn - B. nana
- Ce - Carpinus
- Ca - Cerealia
- Co - Corylus
- Cp - Cyperaceae
- Fa - Fagus
- Fr - Fraxinus
- Ju - Juniperus
- La - Lanx
- Qu - Quercus

- Pc - Picea
- Ph - Phragmites
- Pi - Pinus
- Po - Populus
- Sx - Salix
- Ti - Tilia
- Uj - Ulmus

wyżyny południowej Polski / uplands of southern Poland

wania zbiorowisk zbliżonych do tundry krzewiastej przez świetliste lasy zdominowane przez brzozę z domieszką osiki i wierzb (Ralska-Jasiewiczowa, 1999). W starszym dryasie proces ten uległ zahamowaniu, a nawet nastąpił regres rozwoju zbiorowisk leśnych. Roślinność parkowa z grupami drzew i krzewów oraz płatami zbiorowisk terenów otwartych prawdopodobnie nie zapewniała glebom wystarczającej ochrony przed erozją. Przejściowy wzrost udziału substancji organicznej w profilu Nowy Młyn zanotowano z początkiem *allerødu*. W tym okresie obszar całej Polski pokrywały zbiorowiska leśne i na szerszą skalę rozpoczęły się procesy akumulacji osadów organicznych (Ralska-Jasiewiczowa, 1999). Podczas ochłodzenia młodszego dryasu, na wyżynach południowej Polski występowały luźne płaty lasu oraz roślinności stepowej z zaroślami jałowca i przęśli (Latałowa, 1976). Mimo regresu zbiorowisk leśnych, na młodszy dryas datowane są pierwsze symptomy zmiany stylu sedymentacji w dolinie Kłodnicy. W stanowisku Ujazd/Zandrzyń zaczęły się gromadzić osady organiczno-węglanowe, świadczące o niewielkiej aktywności denudacji mechanicznej w obrębie pobliskiego płata lessowego. Pośrednio wskazuje to na utrzymanie ochronnej roli pokrywy roślinnej, zapewniającej stabilność stoków w młodszym dryasie.

Dalsze ograniczenie aktywności procesów denudacyjnych w dolinie Kłodnicy nastąpiło w początkach holocenu. W dorzeczu rozprzestrzeniły się zwarte lasy sosnowo-brzozowe i sosnowe, a w dolinach łęgi wierzbowo-topolowe. Udział pyłku NAP we wczesnoholocenijskich osadach z profilu Sławięcice 1 (ryc. 3.3) nie przekracza 10% (Nita i Wójcicki, 2005). W fazach preborealnej i borealnej w większości stanowisk następowała niezakłócona akumulacja osadów organicznych. Tymczasem, w dorzeczu przedgórskiej Osobłogi osłabienie dynamiki procesów denudacyjnych zachodziło z pewnym opóźnieniem. We wczesnym holocenie gromadzone tam były osady o umiarkowanej i niskiej zawartości węgla organicznego. W fazie borealnej w stanowisku Żywocice doszło do intensywnej sedymentacji aluwów synchronicznej ze wzrostem udziału pyłku NAP do 11–19 % (ryc. 4.3). Tylko w stanowisku Głogówek od młodszego preboreału zaczęły się gromadzić osady organiczne (ryc. 4.1).

W fazie atlantyckiej, subborealnej i starszej części fazy subatlantyckiej w większości stanowisk z dolin Kłodnicy i Osobłogi dominowała akumulacja organiczna. W profilu Ujazd/Zandrzyń (ryc. 3.1) gromadzony był dodatkowo węglan wapnia – to dowodzi, że na pobliskiej wysoczyźnie lessowej denudacja chemiczna odgrywała większą rolę od denudacji mechanicznej. W stanowisku Żywocice w dolinie Osobłogi (ryc. 4.3), notuje się w tym czasie niewielki, kilkuprocentowy udział pyłku NAP (Nita, inf. ustna), synchroniczny z akumulacją

Ryc. 5. Ewolucja roślinności a chronologia akumulacji substancji organicznej i mineralnej w dolinach Kłodnicy i Osobłogi

The history of vegetation and timing of organic and mineral matter accumulation in the Kłodnica and Osobłoga Valleys

osadów zasobnych w węgiel organiczny. W fazie atlantyckiej zbiorowiska leśne na obszarze Polski osiągnęły etap swojego optymalnego rozwoju (Ralska-Jasiewiczowa, 1999; 2006). W dolinach objętych badaniami rozprzestrzeniły się szeroko olsy, a poza dolinami wielogatunkowe lasy liściaste i mieszane (Nita i Wójcicki, 2005). Kolejny etap przebudowy zbiorowisk leśnych miał miejsce w starszej części późnego holocenu, datowanej na 5–2,5 tys. BP (Ralska-Jasiewiczowa, 2006). W efekcie, w młodszej części subboreалу w Kotlinie Raciborskiej rozprzestrzeniły się wielogatunkowe lasy z udziałem buka, graba i jodły. W dolinach rzecznych wciąż dominowały olsy. W stanowisku Sławięcice 1 w dolinie Kłodnicy notuje się w tym czasie niewielki, kilkuprocentowy udział pyłku NAP, synchroniczny z akumulacją osadów bogatych w substancję organiczną (ryc. 3.3). Odlesienia na przełomie subboreалу i subatlantyku były wciąż nieznaczące. Udział pyłku NAP w profilu Huta Piła (ryc. 3.8) w dolinie Kłodnicy nie przekracza 15% (Nita i Wójcicki, 2005). W środkowym i młodszym holocenie odnotowano w profilach Sławięcice 2 (ryc. 3.4), Wydzierów (ryc. 3.6), Las Turbina (ryc. 3.7), Głogówek (ryc. 4.1), Rzepcze (ryc. 4.2), Żywocice (ryc. 4.3), Steblów 1 (ryc. 4.4) i Krapkowice 1 (ryc. 4.6) krótkotrwałe epizody wzrostu dostawy składników mineralnych. Nie ma przesłanek, aby te epizody łączyć ze wspomnianymi wyżej procesami przebudowy zbiorowisk leśnych. Niektóre z nich mogły natomiast mieć związek z naturalnymi lub uwarunkowanymi antropogenicznie pożarami lasów. Zasobne w substancję mineralną warstwy z wypełnień starorzeczy w Kotlinie Raciborskiej zawierają często węgle drzewne (Wójcicki, 2006), będące świadectwem dawnych pożarów lub aktywności gospodarczej człowieka (m.in. Kukulak, 2000; Tipping i Milburn, 2000; Scott, 2010).

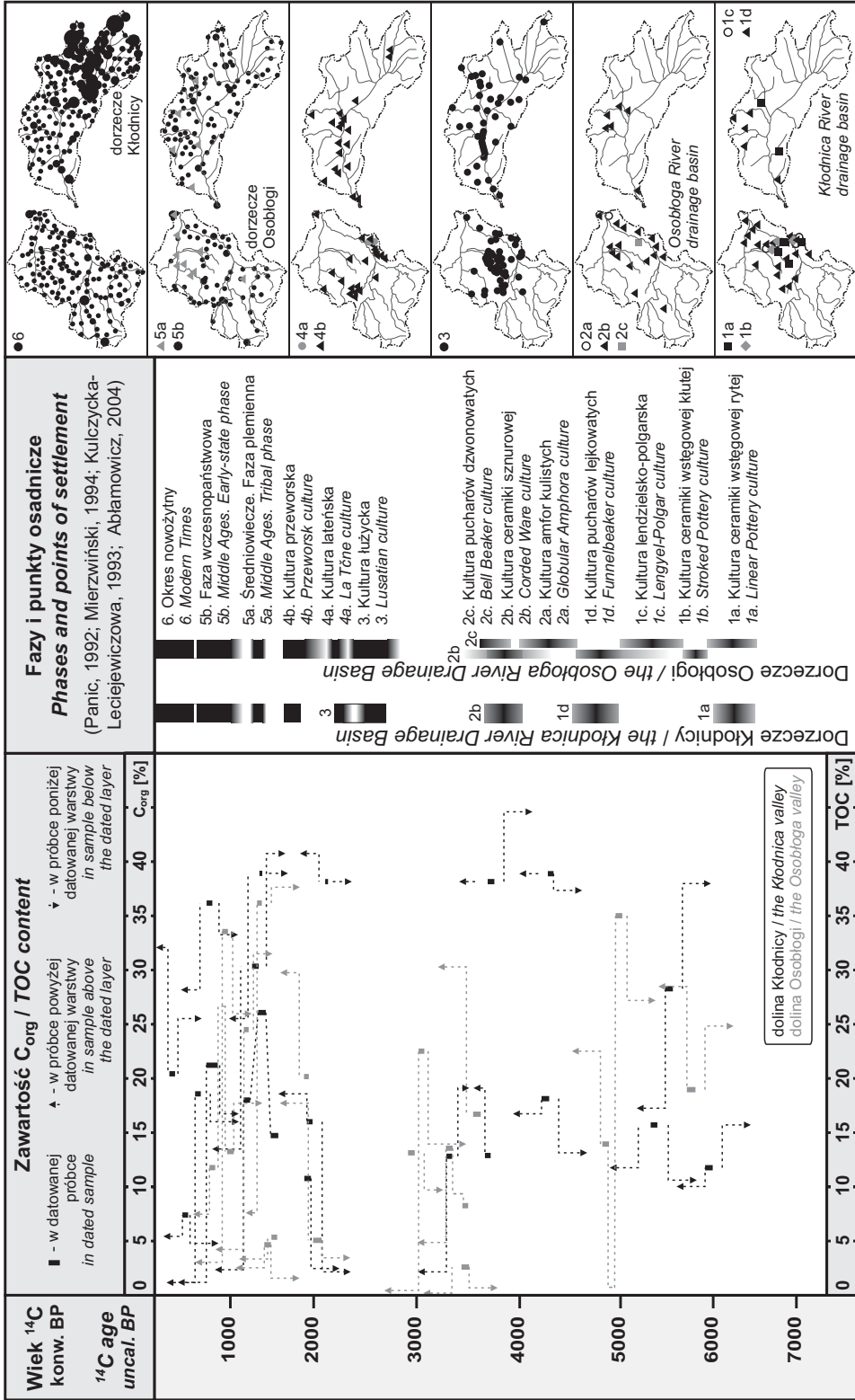
W młodszej części fazy subatlantyckiej doszło do powszechnej sedymentacji osadów alochtonicznych. Zainicjowanie dostawy substancji mineralnej we wczesnym średniowieczu zostało poprzedzone pojawieniem się wskaźników działalności człowieka w diagramach pyłkowych Sławięcice 1 (ryc. 3.3) i Żywocice (ryc. 4.3). Ponownie zwiększył się zasięg występowania zbiorowisk sosnowych i łęgów w dnach dolin oraz wzrósł areal powierzchni bezleśnych podanych na erozję (Nita i Wójcicki, 2005). Udział pyłku NAP w profilu Żywocice w dolinie Osobłogi przekroczył 30% (Nita, inf. ustna). Tendencja do sedymentacji osadów zasobnych w substancję mineralną pogłębiła się w czasach nowożytnych. Według szacunkowych obliczeń I. Panica (1992), jeszcze u schyłku XIII w. lasy zajmowały około 80% powierzchni księstwa opolskiego. Wskaźnik zalesienia obliczony na podstawie mapy szaty roślinnej Górnego Śląska w XVIII w. (Kaczmarski i inni, 1984) wyniósł w dorzeczu Kłodnicy 30%, zaś w polskiej części dorzecza Osobłogi zaledwie 18%.

### **Działalność człowieka a etapy akumulacji organicznej i mineralnej**

Pierwsze ślady osadnictwa kultur rolniczych kręgu naddunajskiego pojawiają się w dorzeczu Osobłogi w środkowym atlantyku. Osady kultury ceramiki wstęgowej rytej, kultury ceramiki wstęgowej klutej i kultury lendzielsko-polgarskiej znane są m.in. z okolic Głogówka. Ludność kultur kręgu naddunajskiego koncentrowała się na rolnictwie, zajmując obszary najlepszych gleb. Stosunkowo nieliczne społeczności tego okresu żyły jednak w niewielkich enklawach otoczonych pierwotną puszcza (Kulczycka-Leciejewiczowa, 1993). W badanych profilach nie odnotowano zapisu nasilenia denudacji w tym okresie (ryc. 6). W profilu Głogówek (ryc. 4.1), w próbce datowanej pomiędzy  $4930 \pm 70$  a  $4740 \pm 70$  BP zarejestrowany został natomiast epizod intensywnej dostawy osadów stokowych, który można korelować z osadnictwem kultury pucharów lejkowatych. Ludność kultury pucharów lejkowatych stosowała rolnictwo wypaleniskowe, co w połączeniu z intensywnym osadnictwem mogło przyczynić się do dużych przekształceń środowiska.

Z młodszego neolitu w dorzeczu górnej Odry pochodzą głównie pozostałości krótkotrwałych schronień, przypisywanych przede wszystkim ludności kultury ceramiki sznurowej. Ludy późnoneolityczne zajmowały się głównie pasterstwem, zwłaszcza na bezleśnych już prawdopodobnie obszarach lessowych w dorzeczu Osobłogi. Ich wpływ na dalsze przekształcenia środowiska był zapewne znikomy (Kulczycka-Leciejewiczowa, 1993). W analizowanych profilach nie odnotowano epizodów wzrostu denudacji w tym okresie. W dorzeczu Kłodnicy, rozproszone osadnictwo neolityczne koncentrowało się w środkowej części zlewni (Kulczycka-Leciejewiczowa, 1993). W objętym badaniami odcinku doliny brak jest zapisu sedymentacyjnego ich działalności. Należy podkreślić, że naruszenie homeostazy w neolicie zachodziło na skalę lokalną i obejmowało jedynie najbliższe sąsiedztwo obszarów zasiedlonych (Śnieszko, 1995).

W stanowiskach Głogówek (ryc. 4.1), Rzepcze (ryc. 4.2), Stebłów 1 (ryc. 4.4) oraz Stebłów 2 (ryc. 4.5) w dolinie Osobłogi odnotowano w okresie 3,4–1,9 tys. BP intensywną depozycję osadów mineralnych, która może być korelowana z osadnictwem kultury łużyckiej. W dorzeczu Osobłogi, centrum osadnicze koncentrowało się w tym czasie w zlewni Białej. Niemniej jednak, kilka stanowisk znanych jest również z doliny Osobłogi – głównie z rejonu Głogówka (Mierzwiński, 1994). Działalność rolno-hodowlana ludności kultury łużyckiej oparta była na systemie gospodarki odroślowej w lasach lub rotacji leśno-polnej (Foltyń i inni, 2004), jednak stosunkowo wysoka gęstość zaludnienia w połączeniu z długotrwałością oddziaływania na środowisko mogła przyczynić się do powstania po raz pierwszy wyraźniejszego zapisu sedymentacyjnego w dnach dolin. Rozmiary erozji gleb w okresie osadnictwa kultury łużyckiej mogły być spotęgowane z powodu wcześniejszych przekształceń środowiska, spowodowa-





nych przez ludność neolityczną. W dorzeczu Kłodnicy duży kompleks osadniczy datowany na okres między  $2740 \pm 55$  a  $2170 \pm 55$  BP funkcjonował na północnym stoku doliny Kłodnicy w rejonie Łanów Małych (Abłamowicz i Śnieszko, 2001). Mimo intensywnego osadnictwa kultury łużyckiej na tym obszarze, zapis erozji gleb jest skromny. Zachodząca synchronicznie depozycja osadów mineralnych została zarejestrowana tylko w profilach Las Turbina (ryc. 3.7) i Huta Piła (ryc. 3.8). Trzeba jednak podkreślić, że w dobie osadnictwa ludności kultury łużyckiej dokonane zostały pierwsze znaczące przekształcenia środowiska przyrodniczego dorzecza Kłodnicy (Abłamowicz, 2004).

Po upadku osadnictwa kultury łużyckiej znaczący wzrost liczby punktów osadniczych związany był z ludnością kultury przeworskiej. Obiekty kultury przeworskiej ze stanowiska archeologicznego w Łanach Małych w dolinie Kłodnicy są datowane na okres pomiędzy  $1710 \pm 50$  a  $1565 \pm 60$  BP (Abłamowicz, 2004). W tym czasie wdrażane były bardziej intensywnie systemy upraw: zaroślo-odłogowy bądź trawiasto-odłogowy (Foltyn i inni, 2004). Rolnictwo wkroczyło na mniej urodzajne gleby. Niemniej, lokalny epizod sedymentacyjny synchroniczny z okresem wpływów rzymskich odnotowano jedynie w najbliższym sąsiedztwie stanowiska w Łanach Małych (Wójcicki i Nita, 2004). Co więcej, w środkowej części fazy subatlantyckiej (ok. 2,0–1,2 tys. BP) w stanowiskach Las Turbina (ryc. 3.7) i Huta Piła (ryc. 3.8) w dolinie Kłodnicy oraz Stebłów 2 (ryc. 4.5) i Krapkowice 2 (ryc. 4.7) w dolinie Osobłogi odnotowano wzrost zawartości  $C_{org}$  w osadach. Można to tłumaczyć regresją demograficzną, z kulminacją w okresie wędrówek ludów od IV po VI wiek n.e. Mniejsze nasycenie punktami osadniczymi utrzymywało się jeszcze we wczesnym średniowieczu, pomiędzy VI a X wiekiem (Abłamowicz, 2004).

Powszechna sedymentacja osadów bogatych w składniki mineralne zainicjowana we wczesnym średniowieczu i zapisana w niemal wszystkich stanowiskach w dolinach Kłodnicy i Osobłogi była bez wątpienia stymulowana antropogenicznie. Szybki przyrost liczby punktów osadniczych na Górnym Śląsku miał miejsce zwłaszcza w XIII i na przełomie XIII i XIV wieku (Panic, 1992). Przejście od akumulacji organicznej do mineralnej nie było synchroniczne i zostało wydатовane pomiędzy  $1340 \pm 50$  BP w profilu Krapkowice 1 (ryc. 4.6) z doliny Osobłogi a  $520 \pm 60$  BP w profilu Las Turbina (ryc. 3.7) w dolinie Kłodnicy.

---

Ryc. 6. Zawartość węgla organicznego w osadach z dolin Kłodnicy i Osobłogi a historia osadnictwa na podstawie źródeł archeologicznych i historycznych

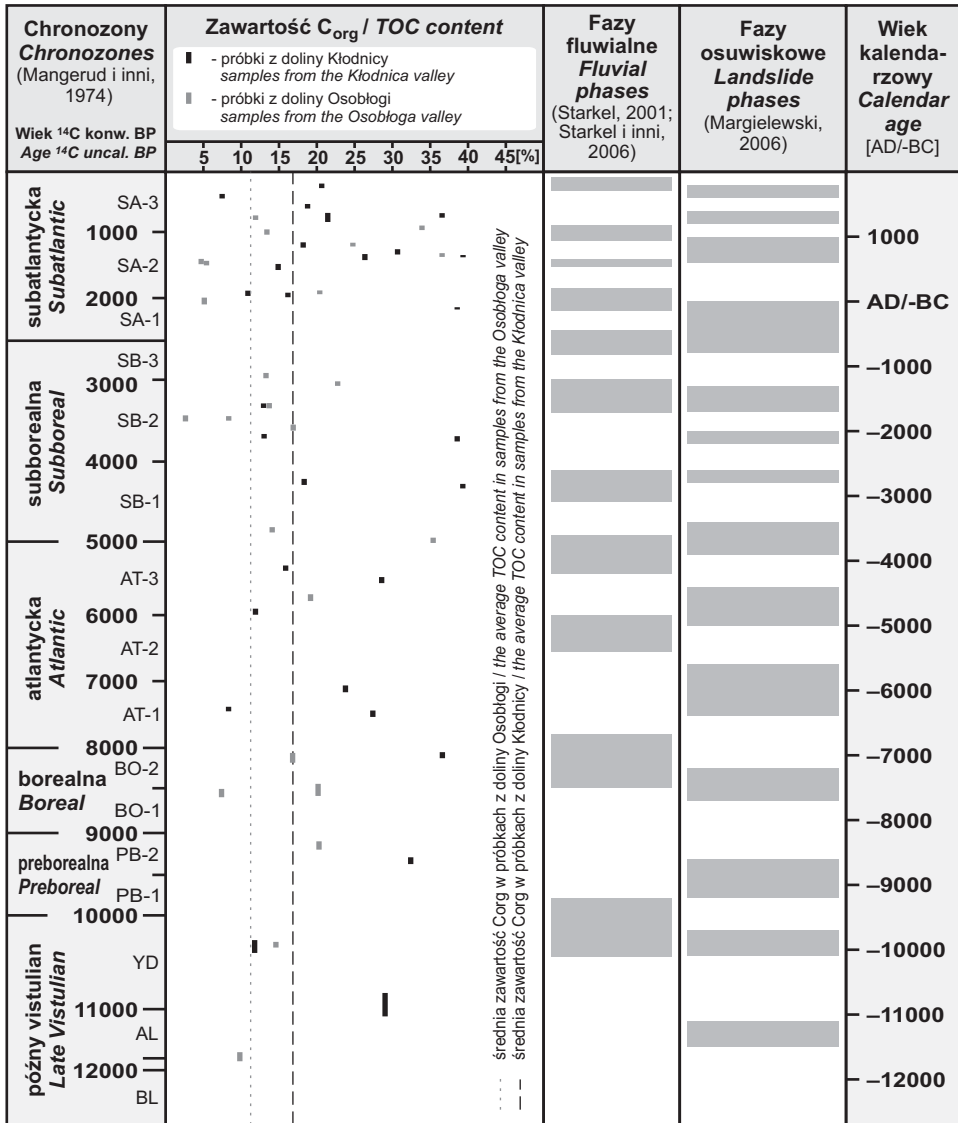
TOC content in samples taken from the Kłodnica and Osobłoga Valleys, as set against settlement history based on archeological and historical data

### **Fazy wzmózonej aktywności fluwialnej i intensyfikacji procesów stokowych w południowej Polsce a zmiany akumulacji organicznej i mineralnej w dolinach Kłodnicy i Osobłogi**

W celu określenia wpływu wahań klimatycznych na przebieg erozji, transportu i sedymentacji osadów, chronologię zmian akumulacji organicznej i mineralnej w analizowanych profilach zestawiono z fazami wzrostu aktywności fluwialnej w południowej Polsce (m.in. Kalicki, 1991; Starkel i inni, 1996; Starkel, 2001) i okresami intensyfikacji procesów stokowych na przykładzie osuwisk w Karpatach fliszowych (Margielewski, 2006). Według L. Starkla (2006), fazy te są odzwierciedleniem zwiłgoceń klimatycznych, cechujących się zwiększoną częstością występowania ekstremalnych zdarzeń hydrometeorologicznych.

W pierwszej kolejności, podjęto próbę korelacji wiekowej pomiędzy wahaniami zawartości  $C_{org}$  w osadach z dolin Kłodnicy i Osobłogi (52 próbki datowane metodą  $^{14}C$ ) a fazami wzmózonej aktywności fluwialnej w dorzeczu górnej Wisły (Starkel, 2001; Starkel i inni, 2006). W świetle przeprowadzonej analizy, z fazami powodziowymi można łączyć 9 z 17 próbek o niższej od przeciętnej zawartości  $C_{org}$  (ryc. 7). W tej liczbie mieszczą się po trzy próbki datowane na fazy: 250 BC–250 AD (~2,15–1,8 tys. BP) oraz 450–575 AD (~1,6–1,5 tys. BP). W dorzeczu górnej Odry nie znaleziono natomiast potwierdzenia wzrostu denudacji w fazach powodziowych datowanych na około 8,5–7,8 tys. BP, 4,4–4,1 tys. BP oraz 900–1150 AD (~1,15–0,9 tys. BP). Na fazy te przypadają po dwie datowane próbki osadów o wysokiej zawartości węgla organicznego. Z fazami mniejszej aktywności procesów fluwialnych można korelować 22 z 35 próbek o ponadprzeciętnej zawartości węgla organicznego. Sprzyjające warunki do akumulacji organicznej w dorzeczu górnej Odry panowały m.in. w okresach odpowiadających fazom ograniczenia działalności fluwialnej pomiędzy około 9,8–8,5 tys. BP (3 próbki), 1,5–1,15 tys. BP (6 próbek) oraz 0,9–0,3 tys. BP (4 próbki). Natomiast na fazę 4,1–3,5 tys. BP przypadają 3 próbki osadów zasobnych w składniki mineralne, które mogą świadczyć, że w dolinach Kłodnicy i Osobłogi był to okres większej aktywności procesów fluwialnych niż w dorzeczu Wisły.

Jeszcze niższy stopień korelacji wiekowej uzyskano zestawiając wahania zawartości węgla organicznego w osadach z Kotliny Raciborskiej z fazami osuwiskowymi w Beskidzie Makowskim i Beskidzie Wyspowym (Margielewski, 2006). Z fazami intensyfikacji procesów stokowych można korelować 7 z 17 próbek o niższej od przeciętnej zawartości  $C_{org}$ . Żadna z faz osuwiskowych nie została potwierdzona więcej niż jedną datą otrzymaną z próbek o niskiej zawartości substancji organicznej. Zamiast tego, dla fazy osuwiskowej 600–1000 AD (~1,45–1,05 tys. BP) uzyskano 6 dat, a dla fazy 1200–1400 AD (~0,85–0,55 tys. BP) – 3 daty  $^{14}C$  z próbek o ponadprzeciętnej zawartości  $C_{org}$ . Należy zastrzec, że wymienione fazy były okresem zmian stylu sedymentacji.



Ryc. 7. Zmiany zawartości C<sub>org</sub> w datowanych próbkach osadów na tle faz wzmożonej aktywności fluwialnej (Starkel i inni, 2006) oraz faz osuwiskowych (Margielewski, 2006)  
 Distribution of TOC content in dated sediment samples, in relation to phases of increased fluvial activity (Starkel *et al.*, 2006), as well as landslide phases (Margielewski, 2006)

tacji, gdyż powyżej datowanych próbek pojawiają się zwykle osady mineralne. Z kolei w fazie 3900–3400 BC (~5,1–4,6 tys. BP) mieszczą się dwie próbki o wysokiej zawartości substancji organicznej, przedzielone warstwą utworów mineralnych. Z fazami mniejszej aktywności procesów stokowych można kore-

lować 13 z 35 próbek osadów o ponadprzeciętnej zawartości węgla organicznego. Uzyskane daty radiowęglowe wydają się potwierdzać, że w fazach ograniczenia aktywności procesów stokowych w Karpatach pomiędzy 7200–6400 BC (~8,2–7,5 tys. BP), 3400–2800 BC (~4,6–4,2 tys. BP) oraz 1000–1200 AD (~1,05–0,85 tys. BP) (Margielewski, 2006), również w dolinach Kłodnicy i Osobłogi panowały warunki sprzyjające akumulacji biogenicznej. Niezgodność odnotowano natomiast w przypadku faz: 2000–1700 BC (~3,65–3,4 tys. BP) oraz 0–600 AD (~2,0–1,45 tys. BP), dla których otrzymano odpowiednio dwie i pięć dat  $^{14}\text{C}$  reprezentujących próbki osadów o niskiej zawartości  $\text{C}_{\text{org}}$ .

W świetle zaprezentowanych wyników, zmiany denudacji w zlewniach Kłodnicy i Osobłogi słabo wkomponowują się w rytm wahań klimatycznych rekonstruowanych w środowisku stokowym i fluwialnym dorzecza górnej Wisły. Według L. Starkla (2006) w holocenie można wyróżnić co najmniej 5–8 faz wilgotnych, z których najbardziej czytelne przypadają na około 8,5–8,0 tys. BP, około 4,5 tys. BP oraz 2,5–2,0 tys. BP. W badanych dolinach (szczególnie w dolinie Kłodnicy) schyłek vistulianu i eoholocen przebiegał pod znakiem ograniczenia denudacji i szybkiego przyrostu osadów biogenicznych. W Kotlinie Raciborskiej nie zarejestrowano przejawów wzmożonej sedymentacji mineralnej datowanej na okres 8,5–7,8 tys. BP, który w dorzeczu Wisły uchodzi za dobrze udokumentowaną fazę zwilgocenia klimatu (Starkel, 2001). Z fazami wilgotnymi 6,5–6,0 tys. BP, 5,4–4,9 tys. BP, 4,4–4,1 tys. BP oraz 3,5–3,0 tys. BP (Starkel, 2006) można łączyć tylko odosobnione epizody wzrostu denudacji, względnie epizodów takich w badanych profilach nie zarejestrowano wcale. W neoholocenie pojawiają się jednak zgrupowania dat (pomiędzy ~3,8–3,5 tys. BP, 2,1–1,9 tys. BP oraz 1,6–1,5 tys. BP), mogące świadczyć o okresowym wzroście erozji, transportu i sedymentacji osadów w dnach analizowanych dolin. Co ciekawe, okresy te przypadają na fazy regresu demograficznego we wczesnej epoce brązu, po upadku osadnictwa kultury łużyckiej i w okresie wędrówek ludów (Ablamowicz, 2004). W tym świetle omawiane epizody sedymentacyjne wydają się być uwarunkowane klimatycznie, a dwie najmłodsze fazy mogą nawiązywać do zwilgocień klimatu datowanych na około 2,4–2,0 tys. BP i pomiędzy 450–575 AD (Starkel, 2006).

## Podsumowanie

Zestawienie wybranych zmiennych środowiskowych z chronologią wahań zawartości węgla organicznego w profilach osadów wykazało, że zmiany stylu sedymentacji na równinie zalewowej nawiązują przede wszystkim do historii roślinności. Wydaje się, że niższa zawartość węgla organicznego w osadach ze schyłku vistulianu i początków holocenu w dolinie Osobłogi, może być uwarunkowana znaczącym arealem powierzchni bezleśnych (udział pyłku NAP 10–19 % w osadach akumulowanych w fazie preborealnej i borealnej), a przez

to mniejszą skutecznością ochrony gleb w omawianym okresie. Wyraźne wydają się związki pomiędzy epizodami nasilenia depozycji aluwii i utworów stokowych a antropogenicznymi przekształceniami zbiorowisk roślinnych w późnym holocenie (wzrost udziału pyłku NAP nawet do 35% w fazie subatlantyckiej). Spadek zawartości węgla organicznego zarejestrowany w osadach datowanych między 3,4 a 1,9 tys. BP, a zwłaszcza po 1,3 tys. BP ma zapewne związek z etapami znaczącego wzrostu gęstości zaludnienia w badanych zlewniach. Ograniczenie areалу lasów stwarzało korzystne warunki dla rozwoju procesów denudacyjnych, jednak czas ich zainicjowania uzależniony był raczej od czynników klimatycznych (fazy obfitujące w ekstremalne zdarzenia hydrometeorologiczne). Niewykluczone, że przynajmniej niektóre z neholocenijskich epizodów wzrostu natężenia denudacji (datowane na ~2,1–1,9 tys. BP oraz 1,6–1,5 tys. BP) mogły mieć związek z fazami zwilgocenia klimatu (Starkel, 2006). Rozwój procesów denudacyjnych był w tym czasie możliwy, gdyż środowisko przyrodnicze nie zdążyło zapewne ulec renaturalizacji po okresie intensywnego wykorzystania rolniczego przez ludność kultury łużyckiej (~2,7–2,2 tys. BP) i kultury przeworskiej (~1,7–1,6 tys. BP). W dorzeczu górnej Odry nie udało się natomiast zgromadzić materiałów świadczących o wyraźnym ożywieniu denudacji podczas wcześniejszych zwilgoczeń klimatycznych holocenu. Generalnie, od schyłku vistulianu aż po młodszą część fazy subborealnej nie odnotowano szerzej rozprzestrzenionych epizodów nasilenia erozji i sedymentacji w dnach badanych dolin. Prawdopodobnie miało to związek z wysoką lesistością zlewni (w profilach z doliny Kłodnicy udział pyłku NAP nie przekracza w tym czasie kilku procent). W tym świetle nie można wykluczyć, że niektóre odosobnione epizody wzrostu dostawy utworów mineralnych zarejestrowane w pojedynczych stanowiskach mogły być następstwem zdarzeń o charakterze stochastycznym (np. lokalne pożary lasów) i nie miały związku z fazami zwilgoczeń klimatu w holocenie.

## Piśmiennictwo

- Ablamowicz D., 2004, *Człowiek i środowisko przyrodnicze w dorzeczu górnej Odry. Stan, potrzeby i perspektywy badawcze*, [w:] D. Ablamowicz, Z. Śnieszko (red.), *Zmiany środowiska geograficznego w dobie gospodarki rolno-hodowlanej. Studia z obszaru Polski*, Muzeum Śląskie, Katowice, s. 235–252.
- Ablamowicz D., Śnieszko Z., 2001, *Osadnictwo kultur rolniczych w dorzeczu środkowej Kłodnicy a atrakcyjność krajobrazu*, Sprawozdania Archeologiczne, 53, Kraków, s. 35–83.
- Alexandrowicz S.W., Klimek K., Kowalkowski A., Mamakowa K., Niedziałkowska E., Pazdur M., Starkel L., 1981, *The Evolution of the Wisłoka Valley near Dębica During the Late Glacial and Holocene*, Folia Quaternaria, 53.
- Bertran P., 2004, *Soil erosion in small catchments of the Quercy region (southwestern France) during the Holocene*, The Holocene, 14, 4, s. 597–606.

- Brown A.G., 1996, *Floodplain palaeoenvironments*, [w:] M.G. Anderson, D.E. Walling, P.D. Bates (red.), *Floodplain Processes*, John Wiley & Sons, Chichester, s. 95–139.
- Davies-Vollum K.S., Smith N.D., 2008, *Factors affecting the accumulation of organic-rich deposits in a modern avulsive floodplain: examples from the Cumberland Marshes, Saskatchewan, Canada*, *Journal of Sedimentary Research*, 78, 10, s. 683–692.
- Di-Giovanni C., Disnar J.R., Bichet V., Campy M., Guillet B., 1998, *Geochemical characterization of soil organic matter and variability of a postglacial detrital organic supply (Chaillexon lake, France)*, *Earth Surface Processes and Landforms*, 23, 12, s. 1057–1069.
- Foltyn E.M., Foltyn E., Waga M., 2004, *Przemiany osadnictwa w dorzeczu Rudy w dobie gospodarki rolno-hodowlanej (od neolitu po wczesne średniowiecze)*, [w:] D. Abłamowicz, Z. Śnieszko (red.), *Zmiany środowiska geograficznego w dobie gospodarki rolno-hodowlanej. Studia z obszaru Polski*, Muzeum Śląskie, Katowice, s. 293–314.
- Kaczmarek B., Kościak J., Ładogórski T., Wosch J., 1984, *Śląsk w końcu XVIII wieku. Skala 1: 500 000*, [mapa w:] J. Janczak (red.), *Atlas historyczny Polski, Śląsk w końcu XVIII wieku*, t. II, cz. 1-2, Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk-Lódź.
- Kalicki T., 1991, *The evolution of the Vistula river valley between Cracow and Niepołomice in Late Vistulian and Holocene times*, [w:] L. Starkel (red.), *Evolution of the Vistula River Valley During the Last 15 000 years*, *Geographical Studies*, IGIPZ PAN, Special Issue, 6, s. 11–37.
- Klimek K., 1972, *Kotlina Raciborsko-Oświęcimska*, [w:] M. Klimaszewski (red.), *Geomorfologia Polski. Polska Południowa – góry i wyżyny*, PWN, Warszawa, s. 116–166.
- , 2003, *Sediment transfer and storage linked to Neolithic and Early Medieval soil erosion in the Upper Odra Basin, southern Poland*, [w:] A.J. Howard, M.G. Macklin, D.G. Passmore (red.), *Alluvial Archaeology in Europe*, Swets & Zeitlinger, Lisse, s. 251–259.
- Kukulak J., 2000, *Sedimentary record of early wood burning in alluvium of mountain streams in the Bieszczady range, Polish Carpathians*, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 164, s. 167–175.
- Kulczycka-Leciejewiczowa A., 1993, *Osadnictwo neolityczne w Polsce południowo-zachodniej. Próba zarysu organizacji przestrzennej*, Instytut Archeologii i Etnologii PAN, Wrocław.
- Latałowa M., 1976, *Diagram pyłkowy osadów późnoglacialnych i holocenicznych z torfowiska w Wolbromiu*, *Acta Palaeobotanica*, 17, 1, s. 55–80.
- Łydka K., 1985, *Petrologia skał osadowych*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Macaire J.J., Bernard J., Di-Giovanni C., Hinschberger F., Limondin-Lozouet N., Visset L., 2006, *Quantification and regulation of organic and mineral sedimentation in a late-Holocene floodplain as a result of climatic and human impacts (Taligny marsh, Parisian Basin, France)*, *The Holocene*, 16, 5, s. 647–660.
- Mangerud J., Andersen S. T., Berglund B. E., Donner J. J., 1974, *Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification*, *Boreas*, 3, s. 109–128.
- Margielewski W., 2006, *Records of the Late Glacial–Holocene Palaeoenvironmental Changes in Landslide Forms and Deposits of the Beskid Makowski and Beskid Wyspowy Mts. Area (Polish Outer Carpathians)*, *Folia Quaternaria*, 76.
- Mierzwiński A., 1994, *Przemiany osadnicze społeczności kultury łużyckiej na Śląsku*, Instytut Archeologii i Etnologii PAN, Wrocław.
- Nita M., Wójcicki K., 2005, *Record of Holocene vegetation changes against a background of environmental conditions in the Kłodnica valley (southern Poland)*, *Quaestiones Geographicae*, 24, s. 63–73.

- Panic I., 1992, *Historia osadnictwa w księstwie opolskim we wczesnym średniowieczu*, Rozprawy i Studia Muzeum Śląskiego, Katowice.
- Polska Norma: *Grunty budowlane – Badania próbek gruntu*, 1988, PN-88/B-04481.
- Ralska-Jasiewiczowa M., 1999, *Ewolucja szaty roślinnej*, [w:] L. Starkel (red.), *Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 105–127.
- , 2006, *Some comments on the palynostratigraphy of the Holocene in Poland, based on isopollen maps*, *Studia Quaternaria*, 23, s. 29–35.
- Ralska-Jasiewiczowa M., Starkel L., 1988, *Record of the hydrological changes during the Holocene in the lake, mire and fluvial deposits of Poland*, *Folia Quaternaria*, 57, s. 91–127.
- Scott A.C., 2010, *Charcoal recognition, taphonomy and uses in palaeoenvironmental analysis*, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 291, s. 11–39.
- Sifeddine A., Bertrand P., Lallier-Vergès E., Patience A.J., 1996, *Lacustrine organic fluxes and palaeoclimatic variations during the last 15 ka: Lac du Bouchet (Massif Central, France)*, *Quaternary Science Reviews*, 15, s. 203–211.
- Starkel L., 2001, *Historia doliny Wisły od ostatniego zlodowacenia do dziś*, Monografie IGiPZ PAN, 2, Warszawa.
- , 2006, *Problems of Holocene climatostratigraphy on the territory of Poland*, *Studia Quaternaria*, 23, s. 17–21.
- Starkel L., Kalicki T., Krąpiec M., Soja R., Gębica P., 1996, *Hydrological changes of valley floors in the upper Vistula basin during Late Glacial and Holocene*, [w:] L. Starkel (red.), *Evolution of the Vistula River Valley During the Last 15 000 years*, *Geographical Studies*, IGiPZ PAN, Special Issue, 9, s. 7–128.
- Starkel L., Soja R., Michczyńska D.J., 2006, *Past hydrological events reflected in Holocene history of Polish rivers*, *Catena*, 66, s. 24–33.
- Śnieszko Z., 1995, *Ewolucja obszarów lessowych Wyżyn Polskich w czasie ostatnich 15 000 lat*, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.
- Tipping R., Milburn P., 2000, *The mid-Holocene charcoal fall in southern Scotland – temporal and spatial variability*, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 164, s. 177–193.
- Wójcicki K., 2006, *The oxbow sedimentary subenvironment: its value in palaeogeographical studies as illustrated by selected fluvial systems in the Upper Odra catchment, southern Poland*, *The Holocene*, 16, 4, s. 589–603.
- Wójcicki K., Nita M., 2004, *Dolina dolnej Kłodnicy w dobie pradziejowego i wczesnośredniowiecznego osadnictwa – zapis w formach i osadach*, [w:] D. Abłamowicz, Z. Śnieszko (red.), *Zmiany środowiska geograficznego w dobie gospodarki rolno-hodowlanej*, *Studia z obszaru Polski*, Muzeum Śląskie, Katowice, s. 253–270.

[Wpłynęło: sierpień 2010; poprawiono: styczeń 2011 r.]

KRZYSZTOF J. WÓJCICKI, LESZEK MARYNOWSKI

ORGANIC-CARBON CONTENT AS AN INDICATOR  
OF HOLOCENE DENUDATION IN THE UPPER ODRA RIVER BASIN

The article examines the environmental conditions, and chronology of organic and mineral matter deposition within floodplains, treated as an indicator of the denudation rate in the Lateglacial and Holocene. Research was conducted in the catchments of the Rivers Kłodnica and Osobłoga, in southern Poland. The cores analysed were collected in age- and morphodynamically-varied zones of the valley, and were representative of the deposition taking place in palaeochannel, floodbasin and alluvial-fan environments. The organic carbon content in deposits was determined using an Eltra CS-530 Carbon-Sulphur analyser, while the geochronology of deposits was determined on the basis of radiocarbon datings. At some sites, the radiocarbon chronology was supported by the results of pollen analysis.

Comparison of environmental variables and the timing to variation in the organic carbon content show that changes in the sedimentary style on the floodplains were primarily connected with the history of vegetation. A low content of organic matter in Lateglacial and early Holocene deposits taken from the Osobłoga River valley can be linked with the limited effectiveness of soil protection in a period characterized by a significant proportion of non-forest cover within the catchment (non-arboreal pollen accounts for 10–19 % of that to be noted in deposits accumulated during the Preboreal and Boreal periods). The relationships between large-scale *events* of mineral *sedimentation* and anthropogenically conditioned shifts in plant communities (an increase in non-arboreal pollen up to 35% in the Subatlantic period) are even more pronounced. A decrease in the organic matter content registered between 3.4 and 1.9 <sup>14</sup>C kyr BP and especially after 1.3 <sup>14</sup>C kyr BP can be correlated with phases of a significant increase in density of population in the epoch of the Lusatian colonization, and from the early Middle Ages, respectively. It seems that deforestation created favourable conditions for the development of erosion and sedimentation processes within valley bottoms, but the timing of denudational episodes was dependent on climatic factors (phases with a high frequency of extreme hydrometeorological events). It is possible that at least some of the late-Holocene episodes associated with an increased denudation rate (dated to about 2.1–1.9 kyr BP and 1.6–1.5 kyr BP) could be related to phases with a more humid climate. The unfettered development of denudation was possible at that time, because processes of landscape restoration and reforestation had been slightly advanced directly after periods of intensive agricultural activity on the part of people of the Lusatian culture (between about 2.7 and 2.2 kyr BP) and the Przeworsk culture (between about 1.7 and 1.6 kyr BP). However, in the valleys analyzed, no evidence of a marked increase in denudation rate was to be noted during the early and mid-Holocene phases of more humid climate. Generally, no widespread phases of erosion and sedimentation have been registered from the decline of the Late Vistulian through to the late Subboreal period. The limited denudational activity at that time was probably due to a protective cover of vegetation (non-arboreal pollen accounts for no more than a few percent of all pollen in the case of the pre-Subatlantic samples of deposits from the Kłodnica Valley). It is thus possible that some isolated episodes of increased mineral deposition which are to be recorded in individual cores were connected with stochastic events (for example local fires) and were not related to the flood and landslide phases discerned for southern Poland.