

Geoekologiczna ocena składu chemicznego gleb i osadów rzecznych na tle jednostek geomorfologicznych Litwy

Olegas Pustelnikovas*

Akademia Pomorska w Słupsku, Zakład Geomorfologii i Geologii Czwartorzędu, ul. Partyzantów 27, 76-200 Słupsk

Wprowadzenie

Współczesne badania procesów przyrodniczych nie są możliwe bez zastosowania zasad ekologii – nauki o relacjach między środowiskiem biotycznym i abiotycznym. Jest to coraz ważniejsze, ponieważ często rozmaite anomalie w funkcjonowaniu przyrody ożywionej ekolodzy, bez szerszej analizy, przypisują człowiekowi i traktują jako czynniki stanowiące zagrożenie dla środowiska. Praktycznie nie uwzględnia się przy tym roli czynników abiotycznych.

Powierzchniowa warstwa biosfery jest tego rodzaju środowiskiem, w którym występujące procesy ekologiczne warunkowane są czynnikami geograficznymi lub geologicznymi. Czynniki te przejawiają się bardzo niejednakowo w rozmaitych krajobrazach geograficznych, strefach klimatycznych, w różnych porach roku i w warunkach różnorodnej budowy geologicznej, ukształtowania rzeźby i przy zróżnicowaniu hydrologicznym. Niezbędna jest odpowiedź na pytanie, jak zmiany abiotycznej części środowiska geograficznego wpływają na elementy biotyczne? Jak w środowisku rozprzestrzeniają się składniki geochemiczne, jaki jest ich wpływ na przyrodę ożywioną? Na te pytania odpowiedzieć może geochemiczna analiza środowiska umożliwiająca ocenę relacji pomiędzy czynnikami naturalnymi i antropogenicznymi. Taka analiza daje możliwość rozwijania biogenicznej koncepcji ekologii w kierunku abiotycznym (geoekologicznym).

W niniejszej pracy przedstawiono pewne aspekty wykorzystania tej koncepcji na przykładzie analizy składników lądowego i wodnego środowiska geochemicznego, z uwzględnieniem zdarzeń geologicznych,

które miały miejsce w plejstocenie i holocenie. Praca stanowi podsumowanie wcześniej opublikowanych wyników badań składu geochemicznego gleb i osadów rzecznych pobranych w zróżnicowanych pod względem genetycznym krajobrazach (regionach geomorfologicznych) Litwy (Pustelnikovas 2005a, b, 2008, Pustelnikovas i in. 2007).

Powierzchnia Litwy zbudowana jest z osadów pozostawionych przez lądolód skandynawski w fazach gruda i bałtyjskiej zlodowacenia nemunaskiego (wisły) w ciągu ostatnich 25–12 tys. lat BP. Jedynie w południowo-wschodniej części kraju występują osady związane z działalnością zlodowacenia medininkajskiego (warciańskiego). Ich wiek ocenia się na 160–130 tysięcy lat BP. Na całym obszarze, w tym w korytach i dnach dolin rzek, w jeziorach i na ich obrzeżach, a także Zalewie Kurońskim i w jego sąsiedztwie, występują osady holocenijskie.

Na czwartorzędowych, zróżnicowanych pod względem wieku i genezy osadach kształtują się gleby zaliczane do rozmaitych typów genetycznych. Jest to efektem wpływu procesów glebotwórczych modyfikowanych cechami skał macierzystych (w tym uziarnieniem lub różnorodnością składu chemicznego). W ciągu ostatniego stulecia gleby te podlegają przekształceniom w wyniku antropopresji, co wpływa na zmiany ich właściwości. Jak znaczne są te zmiany?

Charakterystyka badań

Skład chemiczny gleb i osadów rzecznych został przebadany na terenie wszystkich jednostek geomorfologicznych Litwy (w tym na pięciu wysoczyznach i

* e-mail: pustelnikovar@vkt.lt

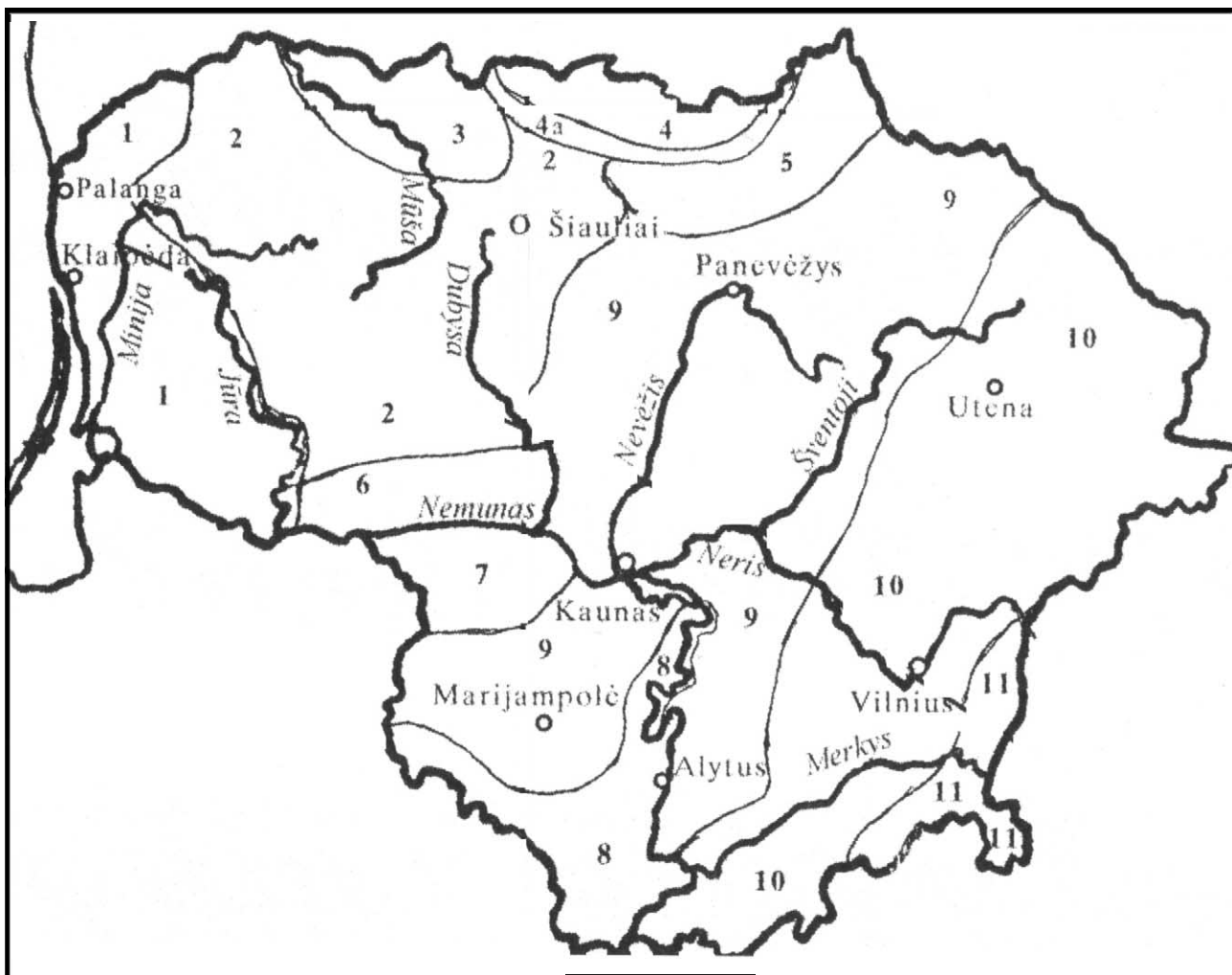
sześciu nizinach) (ryc. 1). Stwierdzono obecność ośmiu z 12 wyróżnianych na Litwie typów gleb [glejowe (GL), gleby płowe, bielcowane (JS), bielcowe (PL), brunatne (CM), wapienne (LP), płowe (LV), inicjalne piaszczyste (AR) i organiczne, torfiaste (HS)]. Uziarnienie tych typów gleb wykazuje dużą różnorodność; stwierdzono, że należą one pod tym względem do następujących grup: glina piaszczysta, piasek gliniasty i glina piaszczysta, piasek gliniasto-torfiasty (Pustelnikovas 2005a, b).

Metodami mikrochemicznymi przeanalizowano rozmieszczenie 10 pierwiastków chemicznych (Ti, P, Mn, Cr, V, Zn, Cu, Ni, Pb, Co). Prawidłowości w ich rozmieszczeniu były analizowane z uwzględnieniem czynników wieku i zróżnicowania wysokościowego głównych jednostek geomorfologicznych i glebowych występujących na terenie Litwy.

Dla przygotowania profili geochemicznych (ryc. 1) i tabel 1 i 2 zostały wykorzystane dane pochodzące z opublikowanych map o zawartości pierwiastków w glebach i osadach fluwialnych (Kadunas i in. 1999). Z kolei na podstawie map z Atlasu Litwy (Atlas...

1981) zostały wykreślone profile geomorfologiczne. Następnie na wyróżnionych powierzchniach nanoszone były dane przeciętnej zawartości wybranych pierwiastków w glebach i osadach dennych rzek. Tak uzyskano graficzny obraz zależności zmian zawartości pierwiastków od położenia genetycznych typów gleb i jednostek geomorfologicznych (Pustelnikovas 2005a). Szczególną uwagę zwrócono na lokalne przejawy antropopresji. Taki punkt widzenia uzasadniony jest wynikami badań osadów dennych Zalewu Kurońskiego, portów Kłajpedy i Gdańska (Pustelnikovas 1998, Pustelnikovas i in. 2005) i wynika z analizy efektów kartowania genetycznych typów gleb Litwy (Kadunas i in. 1999).

Zdaniem wielu bioekologów, gleboznawców czy ekologów krajobrazu, podwyższone stężenia pierwiastków w glebach i osadach w pobliżu obszarów zurbanizowanych są wynikiem antropopresji (Paulinkevicius 1986, Tyla 1996, Radzevicius i in. 1997, 2004, Kadunas i in. 2001, Eitminavicius i in. 2002, Baltrenas, Vaisis 2006). Tymczasem w analizie przestrzennego rozkładu pierwiastków w glebach i osadach z uwzględ-



Ryc. 1. Podział Litwy na jednostki geomorfologiczne

1 – Nizina Pomorska, 2 – Wysoczyzna Żmudzka, 3 – Nizina Średniorzecza Wenty, 4 – nizina Ziemgała, 4a – wzgórze Linkuwa, 5 – nizina rzek Musza–Nemunelis, 6 – nizina Karszuwa, 7 – nizina Szeszupy, 8 – wysoczyzna Suduwa, 9 – Nizina Środkowolitewska, 10 – wysoczyzna Aukštoty, 11 – Wysoczyzna Oszmiańska

Tabela 1. Zawartość pierwiastków śladowych w osadach dennych rzek (licznik) i w glebach różnowiekowych jednostek geomorfologicznych (mianownik) Litwy

Jednostka geomorfologiczna	Wiek (tys. lat)	Średnie dominujące rzędne (m n.p.m.)	Gleby		Typ osadów rzek	Pierwiastki									
			typ	rodzaj		Ti	P	Mn	Cr	V	Zn	Cu	Ni	Pb	Co
						10 ³ ppm					Ppm (10 ⁻⁴ %)				
Nizina Ziemgała	12–13	30–70	CM, GL	g, i, p, ż	mi	2,7	0,57	0,62	49	56	47	14	18	19	7
						3,2	0,43	0,41	44	50	36	9	19	16	6,5
Nizina Pomorska	13	2–35	AB, LV, AR, GL	g, gp, p	mi	3,1	0,73	1,30	54	51	81	13	23	20	6
						2,8	0,53	0,61	44	43	53	11	19	20	5
Nizina Środkowej Wenty	13–14	70–100	AB, GL, CM, LV	g, gp, p, i	mi	2,6	1,11	0,80	52	40	44	14	22	20	6
						2,3	0,40	0,35	32	40	29	8	14	13,5	5
Nizina rzek Musza–Nemunelis	13–14	40–90	CM, GL	g, i	mi	2,0	1,16	1,26	42	36	58	10	14	24	7
						2,5	0,63	0,49	31	26	30	3	9	18	4
Wzgórze Linkuwa	13–14	50–90	CM	g, gp, p, i	1)	3,5	0,55	0,41	46	52	35	8	17	21	6
Nizina rzeki Szesupy i Środkowolitewska	14–14,5	35–65	GL, LV, HS	g, gp, p, t, i	mi	3,9	0,99	0,86	50	53	60	17	21	20	8
						3,0	0,77	0,41	41	42	29	14	16	15	6
Nizina Karszuwa	14–14,5	20–70	GL, CM	g, gp, i, p, ż	mi	4,0	0,98	0,66	73	88	52	25	27	25	7
						3,5	0,55	0,41	46	52	35	8	17	21	6
Wysoczyzna Suduwa	16–17	od 110–150 do 180–260	LV, GL, AR	g, gp, p, t	mi	3,4	0,62	1,06	64	50	39	12	22	15	6
						2,8	0,57	0,40	44	43	26	10	20	11	5
Wysoczyzna Żmudzka	od 14–14,5 do 24–25	od 30–70 do 95–220	LV, GL, AB	g, gp, p, t	mi	3,3	1,00	1,34	53	55	61	14	22	21	7
						2,7	0,51	0,42	42	43	27	10	15	16	5
Wysoczyzna Auksztoty	od 15–17 do 24–25	od 70–125 do 130–200	AB, AR, LV	g, gp, p, t	mi	2,1	0,80	1,13	59	39	77	24	23	21	5
						1,9	0,78	0,60	32	32	27	7	12	16	4
Wysoczyzna Oszmiańska	130–160	od 190–210 do 260–290	AB	g, gp	1)	2,9	0,70	0,72	37	38	39	9	12	16	5

Objaśnienia:

1) – Na Wysoczyźnie Oszmiańskiej i na wzgórzu Linkuwa brak jest rzek

Skróty typów gleb: CM (Cambisols) – gleby brunatne, GL (Gleysols) – gleby glejowe, AB (Albelisols) – gleby płowe (bielicowane), AR (Arenosols) – gleby inicjalne, piaszczyste, LV (Luvisols) – gleby płowe

Skróty typów osadów rzek: mi – muł ilasty

Rodzaj gleb: g – glina morenowa, i – ił, gp – glina piaszczysta, p – piasek, t – torf

Tabela 2. Zmienność wskaźnika osady denne rzek/ gleby opisującego proporcje udziału pierwiastków śladowych (według danych z tabeli 1)

Jednostki geomorfologiczne	Stosunki ilościowe pierwiastków (osady denne/gleby)									
	Ti	P	Mn	Cr	V	Zn	Cu	Ni	Pb	Co
Nizina Ziemgała	0,85	1,33	1,51	1,11	1,12	1,31	1,56	0,95	1,19	1,08
Nizina Pomorska	1,11	1,38	2,13	1,23	1,19	1,53	1,18	1,21	1,00	1,20
Nizina Środkowej Wenty	1,13	2,78	2,29	1,63	1,00	1,52	1,75	1,57	1,48	1,20
Nizina rzek Musza-Nemunelis	0,80	1,84	2,59	1,35	1,38	1,93	3,33	1,56	1,33	1,75
Nizina Szesupy i Środkowolitewska	1,30	1,29	2,10	1,22	1,26	2,07	1,21	1,31	1,33	1,33
Nizina Karszuwa	1,14	1,78	1,61	1,59	1,69	1,49	3,13	1,59	1,19	1,17
Wysoczyzna Suduwa	1,21	1,09	2,65	1,45	1,16	1,50	1,20	1,10	1,36	1,20
Wysoczyzna Żmudzka	1,22	1,96	3,19	1,26	1,28	2,26	1,40	1,47	1,31	1,40
Wysoczyzna Auksztoty	1,11	1,02	1,88	1,84	1,22	2,85	3,43	1,92	1,19	1,25

nieniem wpływu człowieka rzadko brane jest pod uwagę tło geochemiczne, określające naturalną zawartość pierwiastków na danym obszarze.

Charakterystyka rzeźby osadów rzecznych i gleb

Dla poznania prawidłowości rozmieszczenia pierwiastków na obszarach jednostek geomorfologicznych położonych na różnych rzędnych i o zróżnicowanym wieku (por. tab. 1) przeanalizowano zmienność rzeźby oraz dominujących typów gleb i osadów rzecznych. Należy podkreślić, że analizowane osady fluwialne to muły i ily, których skład chemiczny zależy od składu litologicznego osadów czwartorzędowych regionów (z możliwą domieszką materiału będącego efektem antropopresji).

Nizina Ziemgała. Położona jest w północnej części Litwy. Powierzchnię niziny pokrywają ilaste utwory zastoiskowe (na wschodzie) i piaszczyste gliny (na zachodzie). Średnie wysokości zmniejszają się z zachodu na wschód od 70 do 30 m. Dominują na terenie tej jednostki gleby glejowe, wapienne (GL) i w mniejszym stopniu gleby brunatne, wapienne (CM). Są to więc gleby zróżnicowane pod względem utworów macierzystych: glina i il, piasek, a nawet żwir.

Nizina Pomorska jest położona w zachodniej Litwie i ciągnie się w kierunku północno-południowo-wschodnim. Jej rzędne stopniowo rosną na wschód, w stronę Wysoczyzny Żmudzkiej. W jej obrębie występują doliny kilku rzek wcinające się w polodowcowe powierzchnie niziny od 3 do 10 m. Ta nizina to równina morenowa obrzeżona wzniesieniami morenowymi, a jej wiek określa się na 13 tys. lat BP, chociaż niektórzy autorzy (Guobyte 2002) uważają, że jest to 13,5–14 tys. lat BP. Wśród gleb niziny dominują gleby płowe bielcowane (AB), chociaż spotykane są i płowe (LV), inicjalne piaszczyste (AR) i glejo-

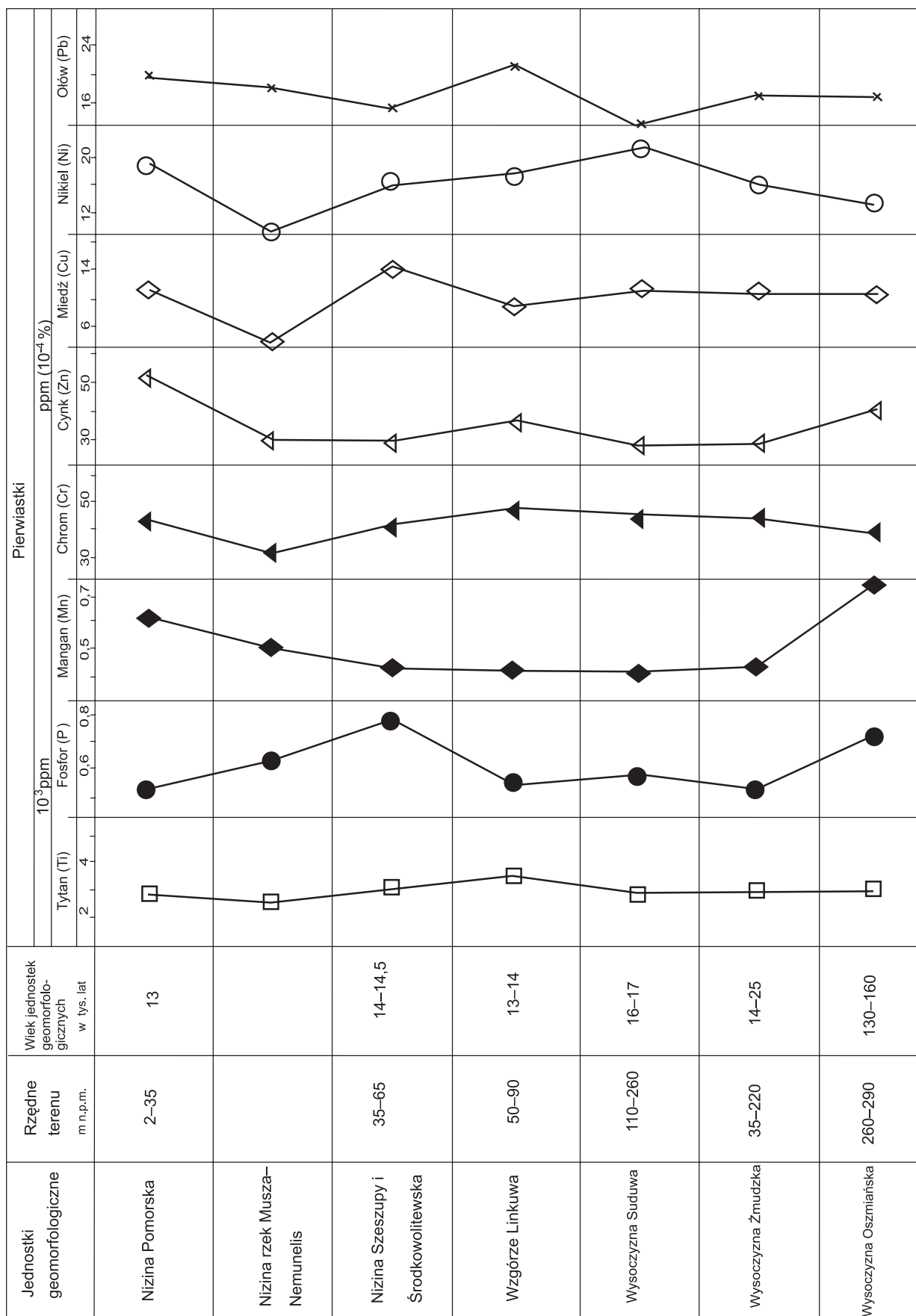
we (GL). Pod względem uziarnienia gleby te zaliczamy do piasków, glin piaszczystych i glin.

Nizina Środkowej Wenty – jej powierzchnia leży na rzędnych 70–100 m n.p.m. i uformowana jest głównie z gliny morenowej. Na niektórych obszarach występuje glina piaszczysta z przewarstwieniami fluwioglacjalnymi i limnoglacialnymi. Te ostatnie formacje w zachodniej części jednostki budują małe kemy i ozy. Nizinę przecina urokliwa dolina rzeki Wenty. Koryto rzeki położone jest na rzędnych 46–50 m n.p.m. Na obszarze niziny dominują gleby płowe bielcowane (AB), glejowe (GL), brunatne (CM) i płowe (LV). Ich skałą macierzystą są gliny, gliny piaszczyste, piaski i ily.

Nizina rzek Musza–Nemunelis położona jest w północno-wschodniej części kraju, poprzecinana jest dolinami wspomnianych rzek. Ich koryta wcinają się na 5 do 10 m w osady polodowcowe i powierzchnie utworzone przez skały paleozoiczne (dewońskie). Osady czwartorzędowe mają niewielką miąższość i występują w postaci gliny morenowej. Dominujące typy gleb to gleby brunatne (CM) i glejowe (GL), które pod względem uziarnienia klasyfikowane są jako gliny i ily.

Wysoczyzna Linkuwa jest grzbietem morenowym o wysokości względnej 10–15 m, biegnącym łukiem powyżej wschodniej krawędzi Niziny Środkowej Wenty, rozciągającym się od niziny Ziemgała po nizinę rzek Musza–Nemunelis. Formę tę budują: glina morenowa, glina piaszczysta oraz piasek i żwir, a jej wiek określa się na 13–14 tys. lat BP. Wśród gleb dominują gleby glejowe (GL), brunatne (CM) i płowe (LV).

Niziny rzeki Szesupy, Środkowolitewska i Karszuwa. Pierwsza z nich położona jest na lewym brzegu środkowej części dorzecza Niemna i uformowana została w miejscu zbiornika, w którym olbrzymie masy drobnoziarnistego, w tym ilastego materiału, osiadały dzięki topnieniu lądolodu w okresie



Ryc. 2. Zróżnicowanie przeciętnej zawartości pierwiastków śladowych w różnowiekowych osadach jednostek geomorfologicznych Litwy

fazy południowoliteńskiej ostatniego zlodowacenia, to jest 15–16 tys. lat BP. Powierzchnia niziny jest płaska, pokryta warstwą ilu i piasku, a jej średnie rzędne zmieniają się w przedziale 35–65 m n.p.m.

Nizina Środkowoliteńska – największa jednostka geomorfologiczna środkowej części Litwy, osiagająca szerokość 45–90 km i rozciągająca się z północnego wschodu na południowy zachód, gdzie wyklinowuje się na granicy wysoczyzną Suduwa. Obszar ten obejmuje dorzecze rzek Dubysa, Newezis, dolny bieg Wilii i odcinek środkowej części dorzecza Niemna.

Rzeki są oddzielone działami wodnymi sięgającymi wysokości 20–50 m i wcinają się w powierzchnię niziny od 5–15 do 30–40 m. W kierunku południowym teren stopniowo się obniża. Rozwinięta sieć hydrograficzna przy obecności trzech dużych miast może tu stwarzać warunki sprzyjające antropopresji.

Nizina Karszuwa położona jest na prawym brzegu środkowej części dorzecza Niemna. Rozwinięta się na rzędnych 20–70 m n.p.m. Dominują tu osady piaszczyste i żwiry, których powstanie związane jest z topnieniem czoła lodowca fazy południowoliteńskiej (14–14,5 tys. lat BP).

Na tych najniższej położonych jednostkach dominują gleby glejowe (GL), płowe (LV) i brunatne (CM), w niektórych partiach inicjalne piaszczyste (AB) i organiczne (torfiaste) (HS). Tego typu gleby powstały na piaskach i piaskach gliniastych oraz na zatorfionych glinach piaszczystych. W pobliżu granicy z wysoczyzną Auksztoty występuje pas gliny.

Wysoczyzna Suduwa jest silnie rozczłonowana, a główne jej cechy ukształtowane zostały przez topniejący lądolód fazy bałtyckiej około 16–17 tys. lat BP. Powstała wówczas warstwa osadów morenowych o miąższości 100–200 m. Powierzchnię wysoczyzny budują: glina oraz glina piaszczysta z przewarstwieniami piasku i żwiru. Spotyka się tu również fluwio-glacialne i limnoglacialne kemy oraz – rzadko – ozy. W obniżeniach między pagórkami występują osady torfiaste. Dominującymi typami gleb na wysoczyźnie są gleby płowe (LV) i glejowe (GL) oraz gleby inicjalne piaszczyste (AR).

Wysoczyzna Żmudzka – zajmuje znaczny obszar zachodniej Litwy. W obrębie wysoczyzny występują doliny średnich i mniejszych rzek, które wcinają się w jej powierzchnię od 3–7 do około 40 m (rzeki Akmena, Dubysa). W obrębie wysoczyzny położonych jest kilka wielkich miast Litwy, które mogą stanowić źródła zanieczyszczeń środowiska.

Na obszarze tej jednostki dominują gleby bielcowe i bielice (AB) oraz glejowe (GL). Znacznie mniej jest gleb płowych (LV). W obniżeniach występują gleby bagienno-torfowe, organiczne (HS). W zakresie uziarnienia dominują gliny, gliny piaszczyste, mniejszy jest udział piasku, piasku gliniastego, torfu i ilu.

Wysoczyzna Auksztoty obejmuje zlewnię środkowego biegu Wilii, dopływu Niemna – Merkis oraz

Pojezierze Litewskie. Doliny rzeczne wcinają się w powierzchnię wysoczyzny na 10–15 m, a powyżej Wilna aż na 80–85 m. Powierzchnia jednostki początkowo wznosi się o około 15–25 m powyżej poziomu Niziny Środkowoliteńskiej, a w południowo-wschodniej jej części osiąga rzędne 180–190 m n.p.m. Wysoczyzna ma szerokość 40–90 km, położona jest we wschodniej części kraju i ciągnie się z północnego wschodu na południowy zachód. Została uformowana w kilku etapach, w okresie od 24–25 tys. lat BP do 15–17 lat BP.

Na Wysoczyźnie Auksztoty i położonej na wschód od niej Wysoczyźnie Oszmiańskiej szczególnie rozprzestrzenione są gleby płowe zbielicowane i bielice (AB), które rozwinęły się na glinach, piaskach i piaskach gliniastych oraz piaskach z domieszką żwiru.

Wysoczyzna Oszmiańska jest pozostałością zlodowacenia medininkajskiego (warty). Budują gliny i gliny piaszczyste. Występuje ona na południowo-wschodnim skraju Litwy, na wschód od Wilna, które może być znaczącym źródłem antropopresji. Tuż za rzeką Wilią powierzchnia wysoczyzny raptownie wznosi się do 190 m n.p.m., dalej obniża się o 10–15 m, a następnie ponownie wznosi się, osiagając rzędna 290 m n.p.m. Wiek formowania się tej jednostki ocenia się na 160–130 tys. lat BP.

Cechy geochemiczne osadów budujących jednostkach geomorfologicznych Litwy w relacji do ich wieku, budujących je osadów i dominujących rzędnych terenu

We wcześniejszych pracach (Pustelnikovas 2005, Pustelnikovas i in. 2007) autor wykazał, że największą zawartością analizowanych pierwiastków chemicznych w glebach i osadach rzecznych cechują się najbardziej wyniesione formy terenu. Z kolei miejscami obserwuje się podwyższone stężenia wspomnianych pierwiastków na obszarach nizinnych, co jest skutkiem migracji tych pierwiastków z wyżej położonych terenów.

Dane przedstawione w niniejszej pracy (ryc. 2) stanowią uzupełnienie i rozwinięcie wcześniej opublikowanych danych (Baltakis i in. 1976, Paulinkevicius 1986, Kadunas 1998, Pustelnikovas 2005). Zebrane dane uporządkowano w odniesieniu do podstawowych jednostek geomorfologicznych, ich dominujących rzędnych oraz ich wieku (ryc. 1, 2).

Przytoczone dane, po pierwsze, pokazują, że największym udziałem analizowanych niemal wszystkich pierwiastków charakteryzują się najbardziej drobnoziarniste osady fluwialne, głównie pozakorytowe. Wyjątek stanowi znaczna zawartość tytanu na obszarze nizin Ziemgala i Musza–Nemunelis. Najważniejszą konstatacją wynikającą z analizy relacji pomiędzy wiekiem osadów jest stwierdzenie zwiększania się zawartości tytanu, fosforu, manganu, chromu, wanadu i cynku wraz z obniżaniem się wieku analizowanych jednostek geomorfologicznych (a więc w kierunku północno-zachodnim) (tab. 1). Od-

wrotnie zmienia się zawartość miedzi, niklu, ołowiu i kobaltu. Reasumując, można powiedzieć, że największą zawartością niemal wszystkich analizowanych pierwiastków charakteryzują się obszary najwyżej i najbardziej na południe położonej Wysoczyzny Oszmiańskiej, która powstała ponad 130 tysięcy lat temu. Z całą pewnością ich duża frekwencja jest uwarunkowana czynnikami naturalnymi (nawet dziś źródła zanieczyszczeń technogenicznych na tym obszarze w zasadzie nie występują).

Przyczyną zmniejszenia się zawartości badanych pierwiastków w młodszych i niżej położonych jednostkach geomorfologicznych Litwy może być wietrzenie minerałów występujących w skałach magmowych i metamorficznych, które stanowiły źródło materiału skalnego transportowanego z obszaru Skandynawii podczas ostatniego zlodowacenia.

Warto dodać, że udział ww. pierwiastków w osadach fluwialnych na obszarach badanych jednostek geomorfologicznych Litwy układa się podobnie, to znaczy – w dolinach rzek starszych obszarów obserwuje się większą zawartość cynku, miedzi, niklu i ołowiu, zaś w dolinach młodszych jednostek stwierdza się rosnącą zawartość pozostałych analizowanych pierwiastków.

Rozmieszczenie pierwiastków w rejonach nizin uformowanych pod koniec plejstocenu jest bardzo zróżnicowanie, co związane jest z migracją analizowanych pierwiastków z sąsiednich, wyżej położonych terenów.

Porównanie zawartości badanych pierwiastków w osadach analizowanych jednostek geomorfologicznych i w osadach dennych dużych basenów sedymentacyjnych, takich jak Zalew Kuroński i Morze Bałtyckie, w których gromadzą się osady dostarczane z dorzecza Niemna, prowadzi do zaskakujących wniosków. Zawartość badanych pierwiastków w osadach Zalewu Kurońskiego jest podobna lub mniejsza niż w osadach większości badanych rzek położonych w górnych częściach zlewni, a zdecydowanie niższa niż w osadach dennych Bałtyku. Wskazuje to na dominującą rolę naturalnych źródeł badanych pierwiastków i lokalne oddziaływanie źródeł antropogenicznych. Problem ten był dotąd badany jedynie w odniesieniu do kilku basenów akumulacyjnych. Takie badania prowadzone były w niektórych basenach Morza Bałtyckiego (Pustelnikovas 1998, Pustelnikovas i in. 2005).

Wnioski

W przedstawionej pracy po raz pierwszy przeanalizowano problem zmian zawartości niektórych pierwiastków w przestrzennych jednostkach geomorfologicznych Litwy, biorąc pod uwagę wiek tych jednostek i ich wyniesienie nad poziom morza.

Stwierdzono, że najwyższą zawartością badanych pierwiastków charakteryzują się drobnoziarniste osady rzeczne, co wynika z ich właściwości sorpcyjnych, a także z zasilania tych osadów zwietrzeliną pochodzącą z wysoczyzn.

Rozmieszczenie pierwiastków w rejonach wysoczyzn odzwierciedla intensywność procesów egzogenicznych w okresie ponad 130 tys. lat rozwoju powierzchni, różnorodność form migracji pierwiastków (w zawiesinie, materiale rozpuszczonym i koloidach) i ich skalę.

Nierównomierne rozmieszczenie pierwiastków w glebach rejonów nizinnych i wzrost ich zawartości w osadach rzek są wskaźnikami ich migracji z rejonów wysoczyzn, wzbogaconych w te pierwiastki.

Literatura

- Atlas Litowskiej SSR 1981. Moskwa. (w j. litewskim i rosyjskim).
- Baltakis V., Baltrunas V., Gaigalas A. 1976. Geochimiczeskaja charakteristika moren. Trudny LITNIGJ, 31: 50–56.
- Baltakis V. 1993. Rozprzestrzenienie pierwiastków śladowych w glebach Litwy. Geologia, 15: 32–42. (w j. litewskim).
- Baltrenas P., Vaisis V. 2006. Research into soil contamination by heavy metals in the northern part of the Klaipeda city, Lithuania. Geologija, 55, Vilnius, s. 1–8.
- Eitminavicius L., Mazvila J., Racinskas A. 2002. Dirvozemiu, susiformavusiu ant paskutiniojo ir priespaskutiniojo kontinentinio apledijimo ledyny mogulu, agrochemines savybos. Geologija, 37: 20–30.
- Guobyte R. 2002. Lietuvos pavirsiaus geologijos ir geomorfologijos ypatumai bei deglaciacijos eiga. Vilnius.
- Kadunas V. 1998. Gamtines geochemines anomalijos Lietuvos dirvozemiuose. Geologija, 26: 27–37.
- Kadunas V., Budavicius R., Gregorauskiene V., Katinas V., Kliaugiene E., Radzevicius A., Taraskevicius R. 1999. Atlas geochemiczny Litwy. Vilnius (w j. litewskim)
- Lukaszev V.K. 1970. Geochimija czetwerticznogo litogeneza. Izd. Nauka i Tiekhnika, Minsk.
- Pauliukevicius G. 1986. Zawartość pierwiastków chemicznych w krajobrazie. Vilnius (w j. litewskim).
- Pustelnikovas O. 1998. Geochemistry of sediments of the Curonian lagoon (Balic Sea). Vilnius.
- Pustelnikovas O. 2005a. Ukształtowanie powierzchni terytorium Litwy. [W:] A. Kotarba, K. Krzemień, J. Święchowicz (red.), Współczesna ewolucja rzeźby Polski. Kraków, s. 379–384.
- Pustelnikovas O. 2005b. Zmienność występowania wybranych pierwiastków śladowych w glebach i

- osadach fluwialnych na Litwie. [W:] W. Florek (red.), *Geologia i geomorfologia Pobrzeża i południowego Bałtyku*, 6: 337–347.
- Pustelnikovas O. 2008. Zmiany pierwiastków chemicznych w warstwie osadów dennych Morza Bałtyckiego i różnogenetycznych glebach Litwy. *Badania morza i brzegów – 2008. Materiał konferencyjny*. Kłajpeda, s. 107–110 (w j. litewskim).
- Pustelnikovas O., Dembska G., Radke B., Bolalek J. 2005. Sedymentacja i rozmieszczenie pierwiastków chemicznych w portach południowego Bałtyku (w Kłajpedzie i w Gdańsku). [W:] W. Florek (red.), *Geologia i geomorfologia Pobrzeża i południowego Bałtyku*, 6: 67–88.
- Pustelnikovas O., Svedas K., Svediene I. 2007. Estimation of geochemical profile of soil and land sediments in Lithuanian terrestrial and aquatic landscapes. *Geologija*, 59: 30–48.
- Radzevicius A., Budavicius R., Kadunas R. 1997. *Atlas geochemiczny miasta Panevežys*. Vilnius–Panevežys (w j. litewskim i angielskim).
- Radzevicius A., Gregorauskiene V., Kadunas K., Putys P. 2004. *Atlas geochemiczny powiatu Panevežys*. Vilnius–Panevežys (w j. litewskim i angielskim).
- Tyla A. 1996. Migracja substancji chemicznych w różnorodnych glebach Litwy. *Rolnictwo*, 50: 65–75 (w j. litewskim).