

## Kartowanie geologiczne czwartorzędu na Litwie — zadania i problemy

Jonas Satkunas\*

Mapy geologiczne w skali regionalnej pokazują rozkład osadów czwartorzędowych, pokrywających całe terytorium Litwy. Średnia miąższość tych osadów zawiera się w granicach 130 m i zmienia się od 10–30 m, w północnej części kraju (gdzie przeważała erozja lodowcowa), do 200–300 m w brzeźnych wysoczyznach lodowcowych i strefach starych pogrzebanych dolin lub paleoerozji. W okresie czwartorzędowym Litwa znajdowała się pod pokrywą lodowca kontynentalnego, powstałego w Fenno-skandynawii, odpowiadającego wszystkim zlodowaceniom (ryc. 1) znanym w Europie Wschodniej [1, 4, 12]. Procesy akumulacji i erozji lodowcowej, jak również okresy interglacjalne i interstadialne, utworzyły szeroką gamę osadów i form morfologicznych. Procesy te miały również ogromny wpływ na tworzenie obecnego kształtu powierzchni podczwartorzędowej.

Terytorium Litwy może służyć jako region kluczowy do rozwiązywania problemów stratygrafii czwartorzędu na całym obszarze wschodniobałtyckim [12]. Występują tutaj bardzo ważne cechy interesującego nas obszaru (ryc. 2), jak np. profile stratotypowe wszystkich interglacjalów — Merkine (Eemian — eemski), Snaigupele (Middle Saalian — Saale), Butenai (Holsteinian — holsztyński), Turgeliai (Middle Elsterian — Elstery) i przedplejstoceni (Dau-mantai preglacial) — przyjęte w regionalnych schematach stratygraficznych dla obszaru wschodniobałtyckiego [11].

Tak więc, czwartorzęd Litwy uważany jest czasami za archiwum stratygraficzne, ważne dla korelacji międzyregionalnych [4,15].

Osady czwartorzędowe na Litwie są bezpośrednim środowiskiem geologicznym, najintensywniejszej działalności ludzkiej. Z osadów czwartorzędowych pochodzi ok. 60% wody z zasobów podziemnych, zaspokajających centralne zaopatrzenie w wodę pitną, jak również 98% surowców, takich jak: piaski, żwiry czy ropy.

Dlatego pokrywa czwartorzędowa, z racjonalnych powodów, jest głównym przedmiotem wielu projektów kartograficznych, naukowych, i badań użytkowych [16].

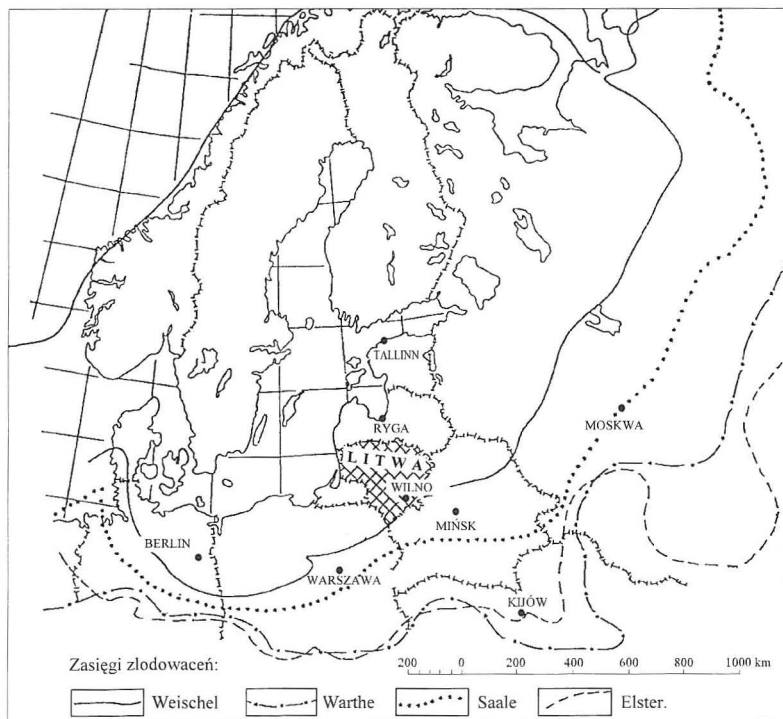
### Kartowanie czwartorzędu — główne rezultaty

Kartografia geologiczna w Litwie miała początki w trzeciej dekadzie XIX w. Mimo to, wszystkie mapy wykonane do sześćdziesiątych lat naszego wieku, mają znaczenie tylko historyczne. Systematyczne i w szerokim zakresie kartowanie geologiczne, które dostarcza korelacji aktualnych map dla zgłaszanych potrzeb społecznych, prowadzone jest od 1958 r., kiedy rozpoczęto wykonywanie map w skali 1 : 200 000. Wykonywanie map geologicznych, w tej skali, dla całego terytorium Litwy zostało zakończone w 1978 r. Geologiczne i geomorfologiczne mapy czwartorzędu dostarczyły podstawowych informacji dla hydrogeologii czwartorzędu i map surowcowych w tej samej skali. Razem z objaśnieniami, rdzeniami wiertniczymi i dodatkowymi danymi dostarczały one informacji o strukturze geologicznej, genezie i stratygrafii osadów czwartorzędowych oraz pochodzeniu rzeźby. Mapy te są jeszcze w użyciu dla różnych celów, szczególnie na tych obszarach, gdzie brak jest materiałów w większych skalach.

Poprzez generalizację map wykonanych w skali 1 : 200 000 i innych dostępnych danych, dotyczących czwartorzędu, w 1978 r. zostały skompilowane mapy geologiczne [18] i geomorfologiczne w skali 1 : 500 000, pokrywające całe terytorium republik bałtyckich i okręgu kaliningradzkiego. Geologiczne mapy czwartorzędu w skali 1 : 500 000 [18], utworzone na zasadach stratygraficzno-genetycznych, pokazują genezę, wiek i rozkład osadów, ich skład, główne formy topograficzne, zasięgi deglacjalacji, dawną linię brzegową Morza Bałtyckiego oraz inne informacje. Mapy te pozostają aktualne jedynie dla ogólnego przeglądu litologii i genezy utworów czwartorzędowych Litwy. Obecnie zbierane dane [3, 5, 8, 9, 13, 14] wymagają już nowej interpretacji stratygrafii górnego i środkowego plejstocenu oraz ustalenia granicy ostatniego zlodowacenia (Weichselian

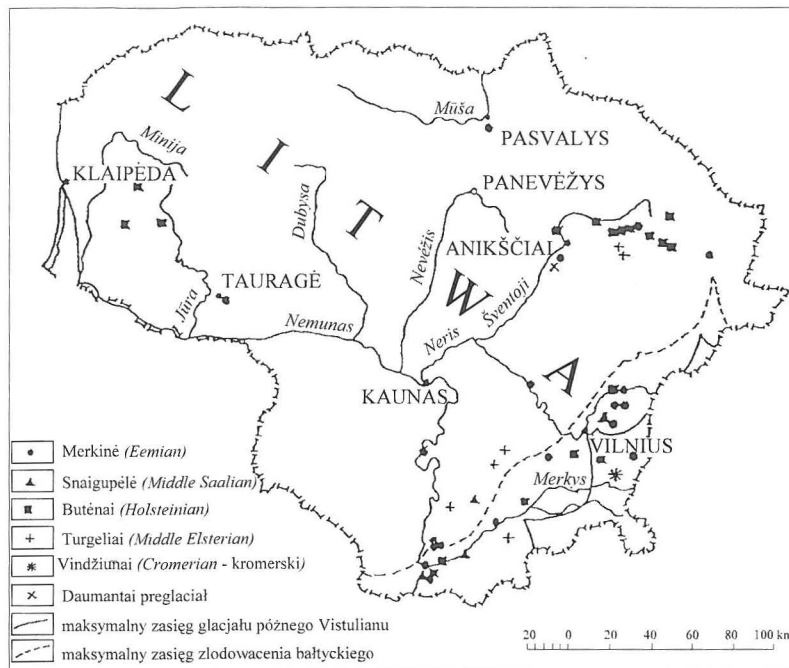
— Wisły).

Kartowanie geologiczne w skali 1 : 50 000 rozpoczęto na Litwie od 1964 r. Miało ono charakter kompleksowy.



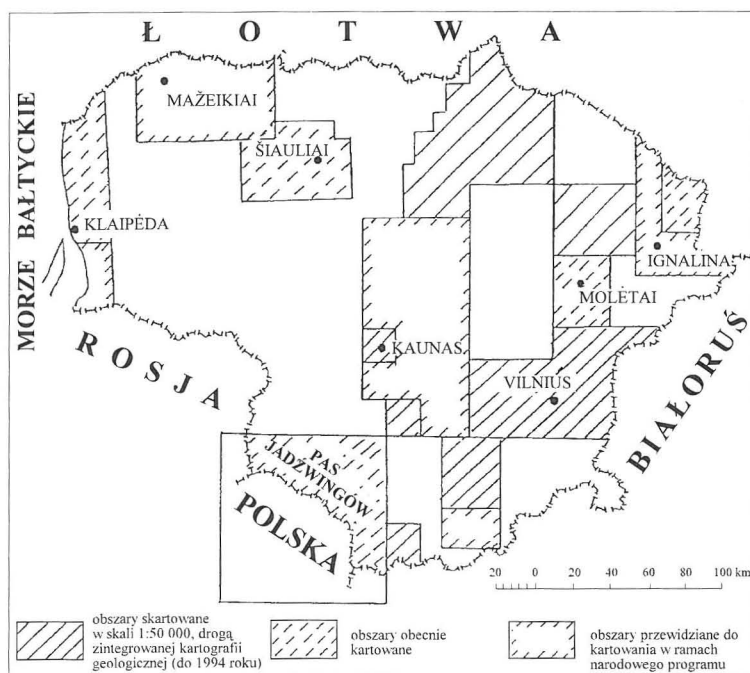
Ryc. 1. Litwa na obszarze zlodowaceń czwartorzędowych wg Arkhipov [1]

\*Służba Geologiczna Litwy, Konarskio str. 35, 2600 Vilnius, Lithuania



Ryc. 2. Lokalizacja głównych miejsc stratotypowych osadów interglacialnych, według Kondratienė [11] z uzupełnieniami

Wykonywano je na tych obszarach, które nie posiadały jeszcze skompilowanych geologicznych map czwartorzędu (ryc. 3). Zintegrowane kartowanie hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie, prowadzono dla celów zagospodarowania przestrzennego w północnej Litwie, na pozostałym obszarze zaś miało ograniczony charakter i związane było głównie z prognozowaniem zasobów mineralnych. W wyniku zintegrowanego kartowania, uzyskano do tej chwili zestaw map, zawierających geologię czwartorzędu, utwory podczwartorzędowe, geomorfologię, surowce mineralne oraz inne dane, obejmujące 23% terytorium Litwy. Na potrzeby kartowania czwartorzędu w skali 1 : 50 000 wykonano specjalne wiercenia z pełnym rdzeniowaniem i ka-



Ryc. 3. Kartografia geologiczna w Litwie

rotażem na odcinkach przebiegających pokrywą czwartorzędową, interpretację zdjęć lotniczych, płytką geofizykę, grawimetrię, badania struktury i tekstury osadów w terenie oraz inne metody. Dla map w tej skali, wykonywano 20–22 wiercenia, przebijające utwory czwartorzędowe na arkusz mapy (300 km<sup>2</sup>), poza tym ok. 40–60 płytkich otworów (25–30 m głęb.) na każdy arkusz mapy w skali 1 : 50 000.

Wykorzystywano również inne metody kartowania czwartorzędu dla map wykonanych w skali 1 : 50 000 — fotogeologiczne i fotogeomorfologiczne, wykonywane przy zastosowaniu interpretacji zdjęć lotniczych i wizji terenowych. Mapy wykonane taką metodą pokrywają obszar 22 648 km<sup>2</sup>, co stanowi ok. 34% terytorium, zostały wykonane bez wierceń oraz badań laboratoryjnych i geofizycznych, dlatego ich wartość geologiczna w porównaniu z materiałami zestawianymi w pełnym zakresie kartowania geologicznego czwartorzędu jest niższa. Niemniej, mapy fotogeologiczne czwartorzędu mają szerokie zastosowanie praktyczne i naukowe.

### Narodowy program kartograficzny

Obecna sytuacja polityczna i ekonomiczna na Litwie stawia nowe zadania dla informacji geologicznej. Do niedawna, głównym celem kartowania w skali 1 : 50 000 było lokalizowanie surowców mineralnych i źródeł wód podziemnych. W ostatnich latach cele te uległy rewizji, co znalazło wyraz w opracowanym w 1993 r. narodowym programie kartografii geologicznej. Narodowy program kartowania pomyślany jest jako systematyczne geologiczne badania regionalne, prowadzone w celu otrzymania danych o strukturach geologicznych podłoża, dostarczających podstawowych informacji dla konkretyzowania, koordynowania planowania i zoptymalizowania działań rządowych w zakresie użytkowania terenu, planowania przestrzennego i ochrony środowiska [16]. Obecnie, państwowe programy planowania przestrzennego potwierdzają obowiązek Służby Geologicznej Litwy do dostarczenia odpowiednich danych kartograficznych dla konkretnych planów terytorialnych całego kraju, jak również poszczególnych jego części.

Kartowanie osadów czwartorzędowych, przewidziane jest w programie narodowym, w zakresie zintegrowanego kartowania geologicznego, jako główne zadanie każdego projektu. Informacje o budowie i strukturach czwartorzędu pokazane jako mapa geologiczna, wykorzystywane są jako tło dla hydrogeologii czwartorzędu, płytkich wód podziemnych, danych geologiczno-inżynierskich, surowcowych, geochemicznych i in. Szczególne cechy czwartorzędu — miejsca występowania paleoerozji powierzchni podczwartorzędowej, regularność rozkładu i geneza liniowych form morfologicznych i in. są waż-

nymi czynnikami w tworzeniu neotektonicznych i podczwartorzędowych map geologicznych.

Zintegrowane kartowanie geologiczne w skali 1 : 50 000 prowadzone jest w pierwszym rzędzie na wszystkich obszarach o wysokiej antropopresji — miejscach koncentracji przemysłu, tam gdzie występuje lub mogą występować najbardziej intensywne zanieczyszczenia litosfery. Okolice ignalińskiej elektrowni atomowej, strefa brzegowa Bałtyku, rejony Moletai i Šiauliai — są obszarami postępujących projektów zintegrowanego kartowania geologicznego w skali 1 : 50 000 (ryc. 3). Kartowanie obszarów uprzemysłowionych Jonava i Mažėikiai jest zaplanowane na najbliższe lata.

Głównym zadaniem kartografii w skali 1 : 50 000 jest podział strukturalny pokrywy czwartorzędowej na badanych obszarach na oddzielne jednostki geologiczne — warstwy, zgodnie z ich pozycją stratygraficzną, genezą i składem litologicznym. Takie zadanie wymaga badań biostratygraficznych, litostratygraficznych i genetycznych, opartych na danych palinologicznych, petrograficznych, mineralogicznych, granulometrycznych, chemicznych, badaniach pierwiastków śladowych i wieku bezwzględnego i podobnych analizach oraz odpowiednim doświadczeniu w interpretacji wyników. Jednak obecna sytuacja ekonomiczna wymaga poważnego zredukowania najbardziej kosztownych środków, wykorzystywanych w kartografii, takich jak wiercenia i wykonywanych dotąd w ogromnych ilościach analiz laboratoryjnych. Dlatego też, dane analityczne, otrzymane podczas kompleksowego kartowania czwartorzędu w skali 1 : 50 000, uważane są za własność narodową i zbierane w Bazie Danych Czwartorzędowych, która jest odpowiednia do modelowania i szerokiej korelacji. Poszukiwanie nowoczesnego podejścia i ulepszanie metod kartograficznych, drogą prowadzenia projektów naukowych i metodycznych jest integralną częścią narodowego programu.

Mapa geologiczna czwartorzędu jest jednym z głównych zadań wspólnego projektu „Pas Jadzwingów — fragment Zielonych Płuc Europy”. Mapa ta jest tworzona dla obszarów przygranicznych litewsko-polskich, w skali 1 : 200 000, z wykorzystaniem skoordynowanej legendy opracowanej przez geologów Państwowego Instytutu Geologicznego i Służby Geologicznej Litwy. Planuje się wykonanie mapy w formie cyfrowej i wykorzystanie jej na potrzeby planowania przestrzennego, na obszarach przygranicznych. Kooperacja w obrębie projektu daje możliwości szerokiej korelacji stratygraficznych i paleogeograficznych czwartorzędu, między obydwojoma sąsiadującymi krajami, opartych na odpowiadających wzorcowych obszarach, jakimi są Pojezierza Suwalskie i Ładzijai.

Dotychczas dostępne kartograficzne dane czwartorzędowe są całkowicie niewystarczające. Dla ogromnej części kraju, dostępna jest tylko geologiczna mapa czwartorzędu w skali 1 : 200 000, wykonana ok. 20 lat temu. Kartowanie w skali 1 : 50 000 pozostałej części Litwy dokona się w najbliższej dekadzie. Z drugiej strony na mapy czwartorzędu jest pilne zapotrzebowanie szczególnie od osób zajmujących się planowaniem przestrzennym i innych decydentów. Dlatego w 1994 r. został rozpoczęty projekt rewizji i modernizacji map w skali 1 : 200 000. Zadaniem projektu są: odnowienie map z wykorzystaniem wszystkich możliwych danych geologicznych, interpretacji zdjęć lotniczych i nowej legendy, cyfrowanie map z wykorzystaniem środków GIS oraz przeprowadzenie rewizji bazy danych „Wiercenia” zawierającej już ponad 20 000 rekordów.

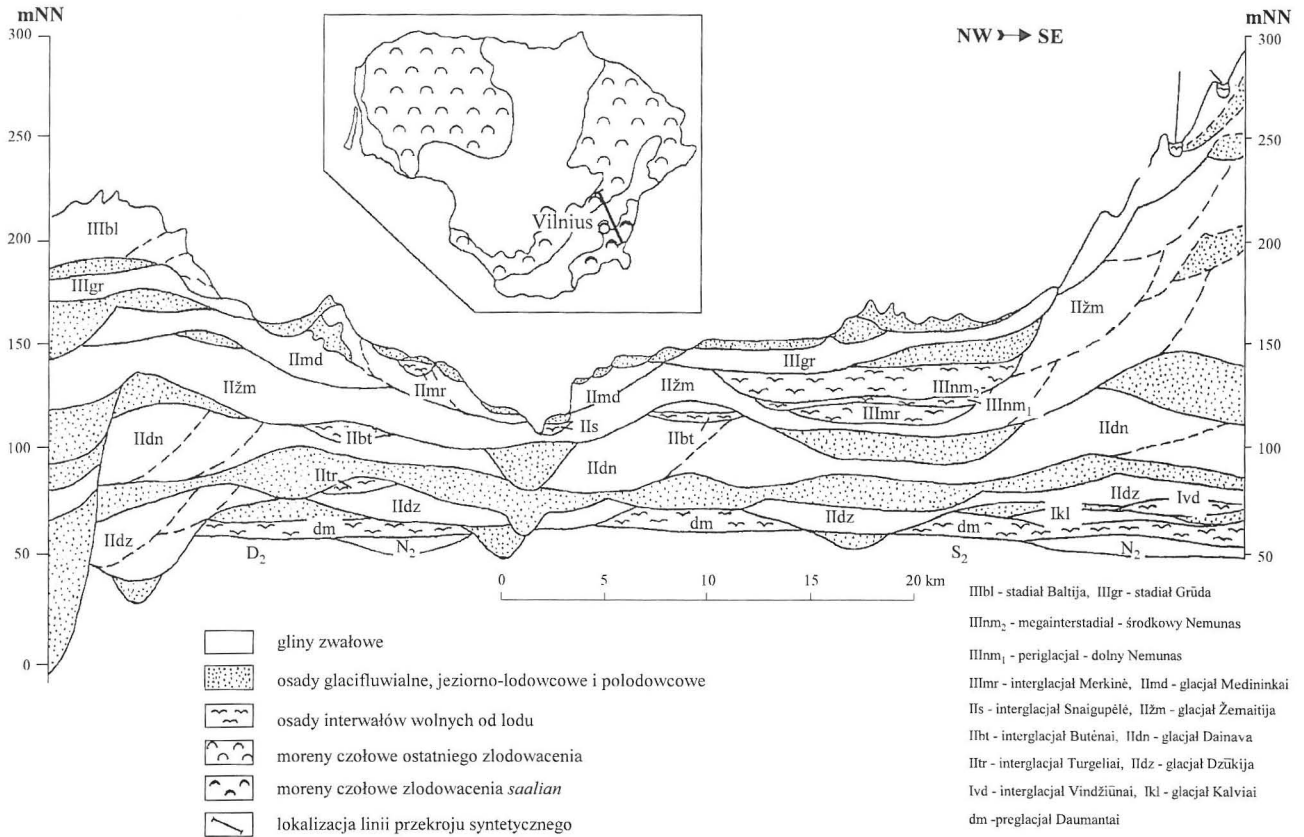
Projekt powinien w rezultacie umożliwić utworzenie stałego i elastycznego serwisu scyfrowanych map czwartorzędu, pokrywających cały kraj, stanowiący element narodowego geologicznego systemu informacyjnego.

### Zarys stratygrafii

Schemat stratygraficzny jest bardzo ważnym narzędziem metodycznym dla jakościowego kartowania osadów czwartorzędowych. Z drugiej strony, kartowanie kompleksowe dostarcza zwykle istotnych danych do tworzenia schematów stratygraficznych i rozwoju badań naukowych. Przegląd ewolucji schematów stratygraficznych na Litwie, pokazuje w sposób oczywisty ścisłe zależności między wynikami kartowania geologicznego i rozwojem poglądów na stratygrafię [6]. Pierwszy schemat stratygraficzny czwartorzędu z lokalnym litewskim nazewnictwem jednostek, został utworzony w 1955 r. Od tego czasu liczba danych stratygraficznych ciągle wzrasta, jako wynik kartowania geologicznego, powodując konieczność ulepszania schematów stratygraficznych. Zróżnicowane i skomplikowane wersje podziału czwartorzędu lub poszczególnych oddziałów, szczególnie górnego plejstocenu, zaproponowali Vaitiekunas [17], Kondratienė [8–11], Gudelis [7], Vonsavičius [18], Gaigalas [3, 4]. Regionalny schemat stratygraficzny, obowiązujący dla kartografii geologicznej, został zaaprobowany przez Państwową Radę Geologiczną w 1961 r. Później schematy te były poprawiane w 1965, 1976 i 1983 r.

Badanie wszystkich miejsc stratotypowych uważane jest jako jedno z obowiązujących zadań kartografii geologicznej w skali 1 : 50 000 (ryc. 2–3). Dlatego obecnie kartowanie w tej skali jest głównym źródłem dostarczanych danych dla poprawiania schematów stratygraficznych. W ramach kartowania obszarów Druskininkai i Utena, był szczegółowo sprawdzane, przy wykorzystaniu wierceń i analiz laboratoryjnych miejsca stratotypowe Snaigupele (*Middle Saalian*) i Butenai (*Holsteinian Interglacials*) [2,10]. Obfitość nowych danych stratygraficznych, uzyskano w rezultacie kartowania obszaru wileńskiego w latach 1987–1991 [6, 11, 13–16]. Dane te spowodowały znaczne zmiany w schemacie stratygraficznym. Zintegrowany profil geologiczny czwartorzędu wschodniej Litwy (ryc. 4) został skompilowany w rezultacie generalizacji danych kartograficznych i pokazania pozycji stratygraficznej, warunków występowania, genezy i rozkładu osadów, odpowiadających każdej jednostce stratygraficznej, założonej w nowym schemacie stratygraficznym czwartorzędu Litwy (tab. 1).

Ostatnia wersja schematu przeznaczona dla państwowej kartografii geologicznej w skali 1 : 50 000 została zaakceptowana w 1994 r. przez litewską sekcję Bałtyckiej Asocjacji Stratygraficznej (*Quaternary Section of Baltic Stratigraphical Association*) (tab. 1). Schemat pokazuje 8 okresów wolnych od zlodowacenia (interglacjałów i interstadiałów) oraz 6 zlodowaceń, które wystąpiły w czwartorzędzie. Etapy i podetapy zlodowaceń założone w schemacie wyróżnione są na podstawie danych litostratygraficznych (petrograficznych, mineralogicznych, geochemicznych) i korelacji regionalnych. Jednostki odpowiadające interglacjałom i interstadiałom są wydzielone na podstawie danych palinologicznych — indywidualnych cech rozwoju wegetacyjnego [8–11]. Niestety ilość i jakość danych palinologicznych nie jest równoważna dla każdego interwału. Interglacjały Butenai (*Holsteinian*) i Merkinė



Ryc. 4. Przekrój syntetyczny pokrywy czwartorzędowej we wschodniej Litwie

(Eemian) występują w dziesięciu miejscach i zostały opracowane przy wykorzystaniu zespołu kopleksowych metod. Paleomorfologia basenów jeziornych i paleohydrografia tego interglacjalnego może być jasno zrekonstruowana raczej we wschodniej Litwie. Zupełnie problematyczne są interglacjalne Snaigupėle i Turgeliai, ustanowione tylko na pod-

stawie kilku miejsc, gdzie odnaleziono osady ze specyficzną charakterystyką palynologiczną. Te wydzielenia interglacjalne, powinny jeszcze być sprawdzone przez inne dane a do tej chwili stratygraficznie muszą być traktowane z dużą ostrożnością. Odpowiednio problematyczny pozostaje stan górnej i dolnej części stadia Saalian i Elsterian.

Tab. 1. Nowy schemat stratygraficzny czwartorzędu Litwy

General divisions		Super stage	Stage	Substage	
Podział ogólny		Zlodowacenie	Stadial	Substadial	
Quaternary Czwartorzęd	Pleistocene	H o l o c e n e			
		Upper	Nemunas	Upper Nemunas glacial	Baltija, stadial
					Interstadial (?)
					Grūda, stadial
				Middle Nemunas, megainterstadial	
			Lower Nemunas, periglacial		
			Merkinė, Interglacial		
		Middle	Žeimena	Medininkai, glacial	
				Snaigupėle, Interglacial	
				Žemaitija, glacial	
			Butėnai, Interglacial		
			Lietuva	Dainava, glacial	
	Turgeliai, Interglacial				
Dzukija, glacial					
Lower	Katlieriai	Vindžiūnai, Interglacial			
		Kalviai, glacial			
Prepleistocene	Daumantai, preglacial				
Neogene Neogen	Upper	Anykščiai			

Dostępne dane są niedostateczne dla potwierdzenia i usunięcia wątpliwości stratygraficznego rozpoznania niezależności wczesnego i późnego zlodowacenia Saalian, jak też Elsterian. Podział stratygraficzny i paleogeografia podpiętra Nemunas (Weichselian) był dotychczas mocno dyskutowany. Kartowanie obszarów maksymalnego zasięgu ostatniego (Nemunas) zlodowacenia, jak również inne współczesne badania [5, 13, 14], ma dostarczyć rzetelnych danych, które pozwolą podzielić ostatnie zlodowacenie na wczesny, środkowy i późny Nemunas. Rozważane obszary — wyżyna Medininkai i sąsiadująca z Wilnem — lodowcowa depresja Neris są szczególnie przywilejowane do badań stratygraficznych osadów Weichselian, z powodu szerokiego rozprzestrzenienia występujących tutaj utworów interglacjalnych. Udowodniono, że warunki peryglacialne wystę-



powąły podczas wczesnego Nemunas (Weichselian) we wschodniej Litwie [13–14] zamiast modelu ekstensywnej glacjacji, która wcześniej była mu przypisywana lub interwałowi Varduva [18]. Środkowy Nemunas charakteryzują warunki klimatyczne raczej zimnego interstadiału i formowanie osadów jeziornych i bagiennych. Późny Nemunas odpowiada maksymalnemu zasięgowi lądolodu, formowaniu osadów lodowcowych oraz powstaniu reliefu marginalnej akumulacji. Bardziej szczegółowy podział podjęta Nemunas, szczególnie dolnego i środkowego — pozostaje raczej skomplikowany, co jest spowodowane niedostateczną ilością i jakością odpowiednich danych stratygraficznych, pomimo pewnych propozycji, wysuwanych przez niektórych stratygrafów na Litwie [3, 17].

Rozwiązywanie problemów stratygraficznych, stojących przed litewskimi badaczami czwartorzędu, uważane są za ważne zadanie naukowe kartografii geologicznej. Realizacja tego zadania umożliwia zastosowanie podejścia kompleksowego i wykorzystania w tak szerokim stopniu, jak to możliwe, zespołu metod — biostratygraficznej, litostratygraficznej, geomorfologicznej, strukturalnej, paleogeograficznej, geochronologicznej i in. dla wyznaczenia i rozwiązywania problemów stratygraficznych, tylko w skrócie zarysowanych w tym artykule.

### L i t e r a t u r a

- 1 ARKHIPOV S.A., BESPALY V.G., FAUSTOVA M.A., GLUSHKOVA O.Y., VELICHKO A.A. 1986 — *Quat. Sci. Rev.* 5: 475–486.
- 2 BALTRUNAS V., BITINAS, A. 1993 — Abstracts of the 2nd Baltic stratigraphic conference. Vilnius:10.
- 3 GAIGALAS A. 1988 — Isotope — geochemical investigations in Baltic republics and Byelorus. Tallinn: 23–33.
- 4 GAIGALAS A. 1989 — Proceedings of geological-geophysical institute of Ac. of Sc. of USSR, 657: 64–69.
- 5 GAIGALAS A., SEREBRYANNY L., VALUEVA M. 1992 — *Boreas*, 21: 289–293.
- 6 GAIGALAS A., SATKUNAS J. 1993 — Abstracts of the Second Baltic stratigraphic conference, Vilnius, p.17.
- 7 GUDELIS V. 1973 — Relief and Quaternary of the East Baltic region. Vilnius: 264.
- 8 KONDRATIENE O., VONSAVIČIUTE A. 1986 — Investigations of glacial deposits of Baltic States. Vilnius: 48–59.
- 9 KONDRATIENE O. 1989 — Quaternary age: palaeontology and archaeology. Shtiintsa, Kishinev: 103–110.
- 11 KONDRATIENE O. 1993 — The catalogue of stratotypes for the Quaternary of the Baltic region. Vilnius. Lithuanian Geological Institute: 56.
- 12 RAUKAS A. 1993 — Pleistocene stratigraphy, ice marginal formations and deglaciation of the Baltic states. Estonian Academy of Sciences, Tallinn: 60.
- 13 SATKUNAS J. 1993 — *Geology*, 14: 252–266.
- 14 SATKUNAS J. 1993 — Abstracts of the Second Baltic stratigraphic conference. Vilnius: 91.
- 15 SATKUNAS J. 1994 — Abstracts. Techniska Hogskolan i Lulea: 178.
- 16 SATKUNAS J. 1994 — Geological Society, London: 256–263.
- 17 VAITIEKUNAS P. 1969 — Continental glaciation and glacial morphogenesis. Vilnius: 227–271.
- 18 VONSAVIČIUS V. 1980 — Geological map of the Quaternary deposits of the Soviet Baltic republics. Scale 1 : 50 000. With explanatory note: 40.