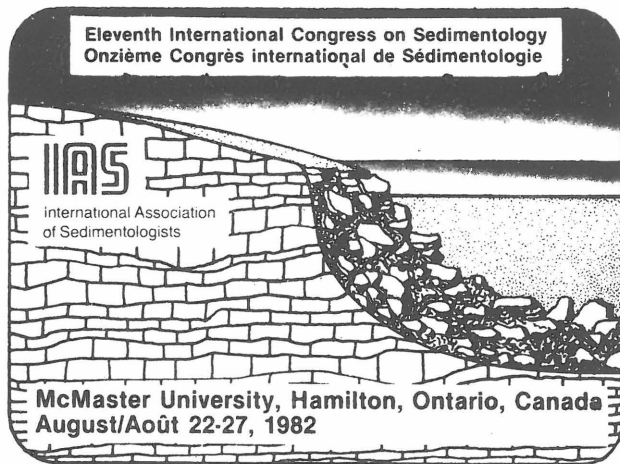


WOJCIECH NEMEC

Uniwersytet Wrocławski

O STARYCH I NOWYCH KIERUNKACH WSPÓLczesnej SEDYMENTOLOGII NA TLE XI ŚWIATOWEGO KONGRESU SEDYMENTOLOGICZNEGO W KANADZIE

UKD 552.14:551.799:311.172''311/313''061.31.055.1(100):552.14(71.3 Ontario)''1982.08.22/.27''



XI Kongres I.A.S. (International Association of Sedimentologists) odbył się w dniach 22–27 sierpnia 1982 r. na Uniwersytecie McMaster w Hamilton*, Ontario. Był to pierwszy północnoamerykański Kongres I.A.S., jego komitetowi organizacyjnemu przewodniczył Gerard V. Middleton. Wzięło w nim udział ponad 1500 sedymentologów, reprezentujących kilkadziesiąt państw i wszystkie kontynenty. Już zatem sama liczba uczestników gwarantowała dobry przegląd tego wszystkiego, co się we współczesnej sedymentologii dzieje.

Na kongres złożono ogromną liczbę prac, zdecydowaną

* Na Uniwersytecie McMaster w latach 1953–1954 był profesorem prekursor polskiej sedymentologii i geologii morza, wychowanek UW, doc. dr Zbigniew Sujkowski (red.).

ich większość (880) zaakceptowano jako referaty, a nie-liczne pozostałe (47) zakomunikowano tylko poprzez druk streszczeń. W programie kongresu referaty zgrupowano w „tematy” (zakres szeroki, interdyscyplinarny) i „sympozja” (zakres bardziej specjalistyczny), przy czym na każde z nich (łącznie liczba 37) złożyło się od dwóch do ośmiu 4-godzinnych sesji odczytowych. Przypuszczam, że już same tytuły sesji sympozyjalnych i tematycznych są dobrym przeglądem nurtów współczesnej sedymentologii, zaś odpowiadająca im liczba zgłoszonych prac – przybliżoną miarą ich popularności. Stąd też pokusiłem się o tabelaryczne zestawienie, pozwalające na taką orientację. Dodam tylko, że zdecydowanie przeważały prace autorstwa jednej (53%) lub dwóch osób (32%), a wieloosobowe prace zespołowe należały raczej do rzadkości.

Duża liczba tematów i sympozjów sprawiła, że codziennie odbywało się równoległe aż 12 sesji referatowych. Niemożliwością było więc wzięcie udziału we wszystkich sesjach, gdyż każdy uczestnik mógł praktycznie wysłuchać najwyżej 1/12 wszystkich referatów.

Na naukowy program kongresu złożyły się ponadto 2 sesje komunikatów plakatowych (łącznie 92 komunikaty), 2 filmy przyrodnicze oraz 21 wycieczek tematycznych odbytych przed i po kongresie w różne rejony Kanady (czas trwania wycieczki 3–8 dni, koszt uczestnictwa 300–1200 dol. kanad.). Wziąłem udział w 8-dniowej wycieczce na półwyspie Gaspé („Paleozoic Continental Margin Sedimentation in the Québec Appalachians”), z której wróciłem zachwycony. Niewątpliwie sprawiły to unikatowe, klasyczne już dziś, odsłonięcia w klfie tego półwyspu, znakomici przewodnicy (R. Hesse, G.V. Middleton, B.R. Rust, P. Bourque, D.J. Cant i F. Hein), wspólna organizacja wycieczki, a także urok samej przyrody Gaspé.

Dodam jeszcze, że podczas kongresu odbyły się także wybory nowych władz I.A.S. Miejsce dotychczasowego przewodniczącego organizacji (Kenneth J. Hsü) zajął na bieżącą kadencję Harold G. Reading z Uniwersytetu Oksfordzkiego. Dokonano również pewnych uzupełnień w statucie I.A.S. oraz uzgodniono, że następny kongres odbędzie się w 1986 r. w Australii (Canberra, 25–29 sierpnia).

ANALIZA ŚRODOWISK SEDYMENTACYJNYCH – DALSZY WZROST ZAINTERESOWANIA I WYRAFINOWANIE METODYCZNE

Nadal szerokie spektrum środowisk sedymentacyjnych (współczesnych i kopalnych) przyciąga uwagę sedymentologów. Podczas gdy delty jak gdyby straciły coś ze swego dawnego uroku, to coraz wyższy stopień kompleksowości i wyrafinowania osiągają badania nad osadami fluwialnymi i eolicznymi; niewątpliwie wynika to stąd, że holoceneskie przykłady takich utworów oraz współczesne środowiska ich depozycji są dobrze dostępne i stosunkowo łatwe w badaniu.

Ogromnie wzrosła liczba badań nad różnymi środowiskami morskimi, zwłaszcza współczesnymi. Optyzmem napawa ponowny wzrost zainteresowania osadami pelagicznymi; nie licząc bowiem „IAS Special Publication no. 1” oraz kilkunastu znanych nazwisk od dawna wiernych oceanowi, ostatnie roczniki czasopism sedymentologicznych zdawały się już wróżyć coś przeciwnego. Swoją wspólną rozkwit przeżywa nadal sedymentologia skał węglanowych i można zaryzykować twierdzenie, że w tej dziedzinie wciąż chyba dzieje się naprawdę wiele nowego; liczba sympozjów poświęconych tej tematyce mówi sama za siebie (zob. tabela).

Nastąpiła również dalsza utylizacja badań nad środowiskami sedymentacyjnymi, tym razem także współczesnymi. Wyrazem tego jest m. in. szybki wzrost popularności sedymentologii środowiskowej (działu niedawno powstałej „geologii środowiskowej”), czyli badań nad sedymentologicznymi aspektami środowiska życia człowieka. Jeżeli mowa o sedymentacji holoceneskiej, to również jej archeologiczne aspekty zaczynają przyciągać uwagę sedymentologów, a duże zainteresowanie takimi badaniami ze strony archeologów doprowadziło do powstania sedymentologii archeologicznej – drugiej już, obok petroarcheologii, interdyscyplinarnej dziedziny na styku geologii i archeologii. Nadal wzrasta też zainteresowanie sedymentologią formacji węglonośnych i roponośnych, stymulowane niewątpliwie gospodarczą rangą surowców energetycznych w dzisiejszym świecie.

Bezpośredni związek z analizą współczesnych środowisk sedymentacyjnych ma sedymentologia eksperymentalna. Różnego rodzaju eksperymenty nad hydrauliką przepływu i formami dna w laboratoryjnych korytach (nieraz dodatkowo modelowanych fizycznie, np. temperatura wody) stają się dziś znowu modne. Wyniki nie są może jeszcze imponujące, ale ten ponowny wzrost zainteresowania sedymentologów eksperymentem zdaje się dobrze wróżyć na przyszłość.

Niewątpliwie największą indywidualnością w tej dziedzinie jest John Southard – dziś jedno z najważniejszych nazwisk sedymentologii amerykańskiej. Pobił prawdziwy rekord, co do liczby wygłoszonych referatów, było ich bowiem aż 8. Obecnie skupia on wokół siebie grupkę bardzo młodych, zdolnych ludzi o silnym zacięciu eksperymentatorskim (określającą się mianem „Experimental Sedimentology Group”), z którymi w sposób kompleksowy na bieżąco współpracuje. Zapewne wiele jeszcze o tych eksperymentalnych badaniach usłyszymy.

UTWORY LODOWCOWE – SEYMENTOLOG PILNIE POTRZEBNY

Aż dwa sympozja poświęcone były w całości sedymentacji glacialnej. Jedno z nich dotyczyło sedymentologii utworów morsko-lodowcowych (S-19), a drugie – analizy glin morenowych (S-20). W tej drugiej grupie przeważały prace na temat sedymentologicznych i geomorfologicznych wskaźników lokalnej i regionalnej dynamiki lodowca oraz innych jego „behawiorystycznych” cech fizycznych, w tym dwie prace poświęcone były analizie facjalnej drumlin (G.F. Dardis, J. Menzies). Do prac o charakterze ogólniejszym należała zmodyfikowana klasyfikacja genetyczna glin morenowych (A. Dreimanis), zastosowanie ich modelu facjalnego do stratygraficznych korelacji złożonych serii utworów glacialnych (D.N. Proudfoot), a także praca na temat genezy i gospodarczego wykorzystania tzw. pióropuszy rudnych w morenach (L.D. Drake). Bardziej opisowy, regionalny charakter, miały opracowania na temat osadów powstających przy szybkim i powolnym – oscylacyjnym cofaniu się lodowców dolinnych (J.S. Heiny i R.D. Powell; J.K. Maizels).

Jednym z głównych motywów sympozyjalnych dyskusji i rozmów prywatnych było stwierdzenie usilnej potrzeby szczegółowych badań sedymentologicznych nad utworami lodowcowymi. Jak się bowiem okazuje również w Ameryce i Europie Zach. utwory glacialne badane są tradycyjnie (i w sposób nie mniej „tradycyjny”), głównie przez geografów i geograficznie ukierunkowanych geomorfologów. Na ogół brak w tych badaniach niestety nowoczesnej metodyki i odniesienia do aktualnej wiedzy sedymentolo-

gicznej. Oba sympozja ukazały w sposób dość jaskrawy, jak wiele nowego w tej dziedzinie może niemal na każdym kroku przynieść nowoczesnie przeprowadzona analiza sedimentologiczna. Od reinterpretacji tradycyjnych poglądów aż się bowiem roilo, a gliny morenowe, to niemal zapomniane „brzydkie kaczątko” sedimentologii, okazywały się zmieniać w dumnego pawia – i to z prawdziwym „pawim ogonem” środowisk i mechanizmów depozycyjnych. Nic też dziwnego, że oba sympozja cieszyły się dużą frekwencją. Tu omówię dwa przykłady usłyszanych referatów.

Słynne dolnoproteozoiczne „ładowe tyllity i jeziorne argilite warwowe” formacji Gowganda w Ontario okazują się w rzeczywistości reprezentować szerokie spektrum genetyczne utworów (różne odmiany wpływów grawitacyjnych, turbidyty etc.) zdeponowanych w ramach podmorskiego stożka poniżej i na przedpolu nadbrzeżnego lodowca szelfowego (A.D. Miall). Nie mniej znane „gliny morenowe” zlodowacenia Wisconsin, pięknie odsłaniające się w klifie północnych brzegów jeziora Ontario, okazują się stanowić sekwencję diamiktytów jeziorno-lodowcowych przykrytych przez piaszczyste osady deltowe (N. Eyles i C.H. Eyles); sympatyczne małżeństwo Eylesów zorganizowało nawet dla mnie i Szczepana Porębskiego prywatną wycieczkę po klifie Scarborough, i obaj nie mogliśmy wprost uwierzyć, że „morenowa” interpretacja tych utworów zdołała się utrzymać w literaturze przez tak wiele dziesięcioleci. A powtarzam – obie te przykładowe reinterpretacje nie należały do sympozjalnych wyjątków.

Dlaczego o tym piszę? Wydaje mi się bowiem, że wszak nasz środkowoeuropejski plejstocen wystarczająco już długo czeka na bliższe zainteresowanie ze strony sedimentologów. Nie należy tego rozumieć jako krytykę dotychczasowych prac, ale przede wszystkim jako zachętę do podjęcia na szeroką skalę szczegółowych badań sedimentologicznych.

SEDYMENTOLOGIA MATEMATYCZNA – SPADEK ZAURCZENIA KOMPUTEREM NA RZECZ CELOWOŚCI ZASTOSOWAŃ

„Sedymentologia matematyczna”, która zaczynała już budzić pewien niepokój w jeszcze niedawnej przeszłości, zdaje się obecnie nieco przygasać. Mija w sedimentologii fala wielkiej fascynacji komputerem, w związku z czym wielu jej niedawnych entuzjastów zaczyna wstydliwie znów sięgać po dawno odłożony na półkę młotek i jakby na nowo odkrywać „dyskretny urok” skały osadowej. Metody matematyczne, nierzadko w sedimentologii stosowane li tylko dla samej „przyjemności” (?) ich zastosowania, zaczynają być ostatnio wykorzystywane w sposób bardziej racjonalny i celowy – do rozwiązywania **rzeczywistych** problemów sedimentologicznych.

Dwuczęściowe sympozjum poświęcone tej tematyce (S-37) skupiło stosunkowo niewielu prelegentów i słuchaczy. Nowości było bowiem jak na przysłowiowe lekarstwo. Co natomiast ciekawe, więcej interesujących zastosowań metod matematyczno-statystycznych spotkałem na innych sympozjach, niż akurat na tym właśnie. Widocznie **autentyczna** potrzeba jest jednak lepszą matką wynalazku.

GRANULOMETRIA OSADÓW – NAUKA CZY HOBBY?

Największą chyba niespodzianką jest wciąż nie słabnące zainteresowanie analizą granulometryczną osadów. Już bowiem bez mała jeden wiek trwają badania nad uziarnieniem osadów, a wciąż nie można powiedzieć,

by wyniki tych badań zyskały proporcjonalne do nakładów znaczenie naukowe. Dotychczas nie doprowadziły one ani do bliższego poznania wzajemnego oddziaływania między ośrodkiem transportującym a ziarnami osadu, ani też do jednoznacznego wypracowania granulometrycznych kryteriów rozróżniania środowisk depozycyjnych. Główni „sprawcy” wielkiej gorączki granulometrycznej lat sześćdziesiątych – Robert Folk i Gerald Friedman dawno przestali się zajmować granulometrią, to jednak sam rozkład uziarnienia osadu wciąż nie przestaje sedimentologów intrygować. Niewątpliwie znacznie przyczynił się do tego postęp w myśleniu o rozkładach uziarnienia, jakiego na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych dokonał Glenn S. Visher i jego współpracownicy.

W dyskusjach sympozjalnych (S-21) i rozmowach kularowych często zastanawiano się, co jest przyczyną, że badania granulometryczne od dłuższego już czasu zaczynają się jak gdyby kręcić wokół własnej osi. Jedną z możliwych przyczyn impasu jest to, że wszelkie dane granulometryczne są same w sobie, już z natury niejednoznaczne. Nieco mniej pesymistyczna, a przynajmniej tak samo prawdopodobna wydaje się jednak możliwość inna, a mianowicie to, iż wszystkie konwencjonalne **podejścia** do analizy granulometrycznej zawierają poważne mankamenty metodyczne i stąd same przez się powodują niejednoznaczność wyników. Nie ulega chyba wątpliwości, że ta druga możliwość faktycznie istnieje.

Od dawna zwraca się na przykład uwagę na oczywistą zależność rozkładu uziarnienia od objętości próbki i struktury osadu. Podobne zastrzeżenia dotyczą wszystkich znanych „parametrów granulometrycznych”, czyli charakterystyk rozkładu. Od ponad 50 lat wiadomo już, że statystyczne miary momentowe mogą być w pełni wiarygodnymi ekstraktorami informacji jedynie w odniesieniu do rozkładów symetrycznych lub prawie symetrycznych. Natomiast charakterystyki percentylowe nie mają w ogólności żadnego związku z momentami statystycznymi i przez to m. in. wywierają swoje własne, trudne do oszacowania piętno na opisie rozkładu; dochodzi do tego jeszcze nieadekwatność tych miar, jako ekstraktorów informacji z krzywej. Z kolei częstości objętościowe, ustalone dla klas ziarnowych o różnych interwałach, wydają się merytorycznie nieuzasadnione, już choćby z teoretycznego punktu widzenia wiarygodności informacji o rozkładach. W dodatku, co istotne, większość danych granulometrycznych jest w różnym (praktycznie nie znanym) stopniu obciążona współzależnością między wielkością i kształtem ziarna.

Stąd też na sympozjum niektórzy autorzy argumentowali (R. Ehrlich, S. Kennedy), że z metodycznego punktu widzenia uzasadniona wydaje się tylko jednoczesna analiza **wszystkich** konwencjonalnych danych i parametrów granulometrycznych, najlepiej przy użyciu metod statystyki matematycznej (analiza dyskryminacyjna, multiregresja, analiza czynnikowa sposobem Q). Były przy tym prace, których autorzy (np. T.A. Nelsen) zademonstrowali skuteczność analizy czynnikowej w odniesieniu do samych tylko częstości wagowych, ustalonych dla klas ziarnowych o interwale 1/4 fi (interwale wciąż niestety technicznie nieosiągalnym dla sedimentologów polskich); wiem z własnego doświadczenia, iż tego rodzaju podejście metodyczne, zapoczątkowane w latach sześćdziesiątych przez Kanadyjczyka J.E. Klovana, daje w wielu przypadkach rzeczywiście sensowne wyniki.

Pewnym optymizmem napawa fakt, że wiele prac nad rozkładem uziarnienia ma obecnie charakter eksperymentalny lub quasi-eksperymentalny. Ich autorzy kierują się przeważnie dążeniem do określenia możliwych czynników

Temat (T) lub Sympozjum(S) ¹ oraz nazwiska przewodniczących	Liczba zgłoszo- nych prac (refera- tów)	Liczba autorów	W tym (liczba autorów – reprezentantów państw):							
			Kanada	USA	Kraje Ameryki Łaciń- skiej ²	Kraje Europy Zachod- niej	Kraje Europy Wschod- niej ³	Kraje Afryki i Blis- kiego Wsch.	Kraje azjaty- ckie ⁴	Austra- lia i No- wa Ze- landia
T-1 „Sedymentologia archaiku”	10	16	3	7	–	–	1	3	–	2
T-2 „Sedymentologia pyłowców i mułow- ców” (R. Hesse, E. Azmon, D.S. Gors- line, S.K. Chough, A.H.F. Robertson)	34	63	1	24	4	13	4	2	12	3
T-3 „Depozycja i diageneza ewaporatów” (P.E. Schenk, B.C. Schreiber)	15	29	2	13	–	13	–	–	–	1
T-4 „Wietrzenie, gleby i cykl osadowy” (L. Evans, M. Robert)	11	18	2	4	–	8	–	4	–	–
T-6 „Geochemia niskich temperatur” (J. Veizer, E. Usdowski)	49	32	11	8	–	12	–	1	–	–
T-7 „Osadowe utwory rudne” (R.W. Macqueen, F.B. Van Houten)	25	51	8	4	–	26	3	4	6	–
T-8 „Geomorfologia depozycyjnych form krajobrazu (B.McCann, V.A. Baker)	16	22	5	9	–	4	1	1	2	–
T-9 „Efekty organizmów w modelach sedy- mentacji” (R.E. Bromley, M.J. Risk, M. Tevesz, G. Matisoff, J.D. Howard, C.L. Monty)	31	56	11	18	–	22	–	–	4	1
T-10 „Sedymentologia środowiskowa” (D. Buckley, G.P. Allen)	24	46	9	5	1	26	–	2	2	1
T-11 „Sedymentologia i tektonika płyt” (A.D. Miall, H.G. Reading)	34	57	11	12	–	11	1	2	13	7
T-12 „Analiza basenów: pryncypia i zastoso- wania” (L. Jansa, P.F. Burollet)	26	52	8	7	6	22	5	2	2	–
T-13 „Osady głębokomorskie” (R. Cranston, L. Carter)	19	43	10	15	–	16	–	–	2	–
S-14 „Rudyty formowane przez przepływ jed- nokierunkowy” (E.H. Koster, R.J. Steel)	28	30	3	13	1	9	2	1	–	1
S-15 „Węgiel i serie węglonośne” (R. Rachmani, T.A. Ryer)	36	58	10	26	1	4	–	4	10	3
S-16 „Osady i procesy eoliczne” (M. Brookfield, T. Ahlbrandt, I.J. Smalley H. Tsoar, R. Greeley)	52	71	3	32	–	23	–	4	2	7
S-17 „Dynamika dużych form dna i łań” (R.W. Dalrymple, S.D.Nio)	16	25	1	21	–	2	–	1	–	–
S-19 „Sedymentacja lodowcowo-morska” (G.H. Eisbacher, M. Deynoux)	19	29	8	16	1	4	–	–	–	–
S-20 „Zachowanie się lodowców dedukowane z facji morenowych” (N. Rutter)	13	16	7	6	–	3	–	–	–	–
S-21 „Interpretacja rozkładu uziarnienia” (G. Ashley, S. Sengupta)	15	18	3	10	–	2	–	2	1	–
S-22 „Petrologia piaskowców wskaźnikiem paleoklimatu oraz pochodzenia i rozpro- wadzenia materiału” (L. Sutter, H. Okada)	14	21	–	14	–	2	–	–	4	1
S-23 „Sedymentologia i geochemia piasków i łupków roponośnych (G. Mossop, N. Munoz)	23	48	32	–	3	2	–	8	1	2
S-24 „Dynamika i sedymentacja w strefie przy- brzeżnej, na szelfie i skłonie” (B.D. Bornhold, A. Guilcher, D.J.P. Swift, C.L. Amos, B.F. Long)	53	109	19	39	–	43	–	–	6	2

S-25 „Środowiska przybrzeżne o dominacji fał” (B. Greenwood, R.A. Davis)	36	60	10	31	—	12	—	—	2	5
S-26 „Sedymentologia fiordów” (J.P. Syvitski, J. Thiede)	13	18	10	3	—	5	—	—	—	—
S-27 „Mieszana depozycja węglanów i klastyków niewęglanowych” (I.A. McIlreath, R.N. Ginsburg)	22	30	6	14	1	5	—	—	—	4
S-28 „Zmiany w sedymentacji i diagenezie węglanów w czasie geologicznym” (N.P. James, W. Schlager)	15	20	4	10	1	4	—	—	1	—
S-29 „Rafy od prekambriu po permo-trias” (E.W. Mountjoy)	15	21	10	8	—	3	—	—	—	—
S-30 „Wpływ diagenety na własności kolektorskie osadu” (K. Bjørlykke, G.R. Davies, W.E. Galloway, R.G. Loucks, V. Schmidt)	29	41	9	23	—	7	—	—	2	—
S-31 „Dolomityzacja i dedolomityzacja” (B.H. Purser, W. Al-Hashimi, L.S. Land)	20	34	3	11	—	14	—	2	3	1
S-33 „Sedymentologia dużych jezior” (R.L. Thomas, J.P. Vernet)	13	31	4	7	—	19	—	—	1	—
S-34 „Geofizyczne modelowanie basenów sedymentacyjnych” (C. Beaumont)	13	25	8	16	—	1	—	—	—	—
S-35 „Geochronologia osadów współczesnych” (J. Nriagu, J.A. Robbis)	22	39	12	20	—	7	—	—	—	—
S-36 „Wulkanoklastyty” (J. Lajoie, R.V. Fisher)	9	16	1	5	1	—	—	—	6	3
S-37 „Statystyczna analiza facjalna i geologia matematyczna” (J.M. Cubitt, D.F. Merriam)	11	14	1	8	—	3	—	1	1	—
S-38 „Sedymentologia archeologiczna” (B. Gladfelter, D.A. Davidson)	19	29	2	20	—	6	—	1	—	—
S-39 „Sejsmiczne modele facjalne” (T.L. Davis, C.R. Porter)	11	15	4	9	—	1	—	—	1	—
S-40 „Zagadnienia ogólne” (12 grup referatów):										
1. Współczesna sedymentacja fluwialna (D.G. Smith)	13	21	—	—	—	9	—	1	9	2
2. Kopalna sedymentacja fluwialna (B.R. Turner)	8	15	—	2	—	11	—	2	—	—
3. Geochemia (J.D. Hudson)	10	15	1	3	—	1	5	2	2	1
4. Tyllity, turbidyty i skały pokrewne (R.J. Moiola)										
5. Węglańy kopalne (A. Desrochers)	19	30	3	3	—	13	3	3	5	—
6. Sedymentologia ogólnie (F.W. Beales)										
7. Geochemia i diageneza węglanów (U. Brand)	17	28	2	2	1	4	1	7	10	1
8. Klastyki ogólnie (N.A. Rukavina)										
9. Kopalne klastyki płytkomorskie (R.L. Brenner)	9	14	9	2	—	1	—	1	1	—
10. Osady głębokomorskie ogólnie (R.B. Kidd)	8	11	—	—	—	4	7	—	—	—
11. Stromatolity i ewaporaty (J.A. Donaldson)										
12. Utwory pływowe (G. de V. Klein)	15	26	2	4	3	9	1	3	2	2
R a z e m:	880	1463	268	504	24	406	34	64	113	50

¹ Zachowano tu ich oryginalną numerację, ponieważ organizatorzy odstąpili od pierwotnego zamysłu zorganizowania kilku sesji, stąd pewna niekonsekwencja w numeracji; z powodu braku odpowiedniej liczby zgłoszeń zrezygnowano z tematu „Diageneza w warunkach głębokiego pogrzebienia i dojrzewanie materii organicznej” (T-5) oraz z sympozjów „Sedymentacja w klimacie zimnym nieglacialnym” (S-18) i „Korelacja stromatolitów: fakt czy fikcja ?” (S-32).

² Reprezentowana była głównie Brazylia.

³ Z tej grupy państw zgłoszono łącznie 24 prace (ZSRR — 15, Polska — 7, Węgry — 1, Jugosławia — 1); niestety, blisko 2/3 tych referatów odwołano z powodu nieprzybycia prelegentów.

⁴ Reprezentowane były: Japonia, India, Chiny i Korea.

fizycznych wpływających na postać rozkładu (m. in. K. Kranck, J. Syvitski, P. McLaren, D. Bowles). Na dzień dzisiejszy generalna konkluzja może być następująca: rozkład uziarnienia i jego parametry są odzwierciedleniem wielu czynników funkcjonujących w ramach szeroko pojętego procesu sedymentacji (uziarnienie materiału źródłowego, selektywność jego erozji, energia transportu i sposób sortowania osadu, przebieg depozycji etc.), nie mogą one być natomiast wykorzystywane do bezpośredniej identyfikacji lub rozróżniania środowisk depozycyjnych.

Zdecydowana większość prac bazuje dziś na znanej koncepcji Vishera, będąc jej określonym rozwinięciem lub pewnego rodzaju weryfikacją. Obecność logarytm-normalnych subpopulacji w obrębie rozkładu uziarnienia okazuje się być pochodną kilku możliwych czynników, niekoniecznie zaś prostym odzwierciedleniem trzech różnych sposobów transportu ziarna (trakcja, saltacja, zawiesina). Subpopulacje te mogą być np. funkcją uziarnienia materiału źródłowego i jego selektywnej erozji (H.G. Garrow), wynikiem mieszania się teksturalnie i hydraulicznie różnych populacji ziarnowych w ramach środowiska sedymentacji (B.W. Flemming), zaś sama subpopulacja „saltacyjna (A)” może być efektem fluktuacji w turbulencyjnej prędkości przepływu (J.J. Lambiasi). Dokonywane są również próby statystycznego korelowania poszczególnych subpopulacji ziarnowych z określonymi parametrami hydraulicznymi przepływu, choć z małymi wyjątkami (np. R.M. Dalrymple) brak tu jeszcze odniesienia także do konkretnych form dna.

Metodycznych nowości było niewiele. Można chyba do nich zaliczyć zastosowanie zasady „hydraulicznej równoważności” ziaren – w odniesieniu do całego osadu i procesu jego depozycji (C.B. Trask), jak również do interpretacji poszczególnych subpopulacji ziarnowych jego rozkładu (S. Sengupta). Była też propozycja nowej charakterystyki rozkładu, „delta (δ)”, stanowiącej modyfikację dwóch znanych miar momentowych (S.R. Leroy, Jr.):

$$\delta = (2 \cdot \text{Kurtoza} - 3 \cdot \text{Skośność}^2 - 6) / (\text{Kurtoza} + 3).$$

Miara ta nie tylko opisuje sam rozkład, ale przede wszystkim pozwala na ilościowe wyrażanie różnic między rozkładami oraz sporządzanie wykresów takiego zróżnicowania w przestrzeni geologicznej – tak w jednym wymiarze (profil pionowy wartości δ), jak i w dwóch wymiarach (mapa izoliniowa wartości δ).

Dla uniknięcia straty informacji przy „percyntylowym” opisie asymetrycznych i polimodalnych rozkładów metodą Folka i Warda zaproponowano użycie (zamiast 5%, i 95% percyntyla) odpowiednio najniższego i najwyższego z symetrycznych percyntyli, jakie są z danej krzywej możliwe do odczytania (C. Bartolini).

Jak zatem widać z powyższego przeglądu prac w granulometrii, pomimo narosłego wokół niej sceptycyzmu, wciąż nie powiedziano jeszcze ostatniego słowa, choć niewątpliwie na jakikolwiek znaczniejszy *consensus* przyjdzie jeszcze długo poczekać.

SEISMO-STRATYGRAFIA I SEJSMICZNA ANALIZA FACJALNA – NARODZINY NOWEGO KIERUNKU

Tematyka bardzo świeża i należąca obecnie do najmodniejszych: **stratygrafia sejsmiczna** (ang. seismic stratigraphy). Sympozjum poświęcone temu tematowi (S-39) nie należało wprawdzie jeszcze do najliczniej reprezentowanych, ale skupiło imponującą liczbę słuchaczy. Dość

że zaczyna się już obecnie mówić o „rewolucji” sejsmostratygraficznej w geologii, wróżyć temu kierunkowi dużą przyszłość. Zwłaszcza, że ma on swój poważny aspekt ekonomiczny i sam wyrósł na gruncie takich właśnie potrzeb. Metodyka sejsmostratygraficzna zdążyła już nawet trafić do kilku najnowszych podręczników (np. AAPG Memoir 26 „Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbon Exploration” zred. przed Ch. E. Paytona w 1977 r., „Facies Models” zred. w 1979 r. przez R.G. Walkera, czy wydany właśnie AAPG Memoir 31 „Sandstone Depositional Environments” pod red. P.A. Scholle i A. Spearinga); znajduje ona także sporo miejsca w przygotowywanym obecnie do druku przez A.D. Mialla podręczniku „Basin Analysis” (Springer-Verlag).

W ciągu ostatnich 15 lat obserwuje się nieustanny wzrost znaczenia, jakie zaczyna odgrywać litostratygraficzna interpretacja danych sejsmicznych, zwłaszcza w poszukiwaniu złóż węgłowodorów. Poszukiwania na obszarach szelfowych, gdzie rozpoznanie wiertnicze jest z reguły skromne lub znikome, doprowadziły do zwiększonego zainteresowania istniejącymi danymi geofizycznymi. Zespolenie metod geologicznych i geofizycznych w odpowiedzi na konkretne potrzeby poszukiwawcze pociągnęło też za sobą istotne zmiany w podejściu do analizy basenów sedymentacyjnych, podnosząc jednocześnie jej rangę naukową i znaczenie praktyczne. Podobne istotne zmiany zachodzą również na sąsiednim polu geofizyki poszukiwawczej.

Wśród przyczyn nagłego objawienia się przydatności metodyki sejsmostratygraficznej można wymienić ogromny postęp w technologii komputerowej oraz uzyskiwaniu i przetwarzaniu danych sejsmicznych, a także podobny przełom w analizie basenów sedymentacyjnych w ostatnich 15–20 latach, spowodowany przede wszystkim rozwojem badań nad współczesnymi modelami sedymentacji i ich wielkim znaczeniu dla poznawania kopalnych procesów i środowisk depozycyjnych oraz dla metodyki analizy facjalnej osadów kopalnych. Ten przypadkowy, jednocześnie postęp w geofizyce i sedymentologicznej analizie basenów, okazuje się już przynosić owoce i wnosi też wiele nowego do metodyki poszukiwań złóż, zwłaszcza bituminów.

Nowy kierunek metodyki poszukiwawczej stawia nowe wymagania zarówno wobec geologa, jak i geofizyka. Zespoły złożone z przedstawicieli obu tych specjalności istnieją już w większości przedsiębiorstw poszukiwawczych na świecie, ale coraz bardziej oczywista staje się dziś potrzeba geologa naftowego, będącego ekspertem od geofizyki, jak i sedymentologii facjalnej. Stąd też sejsmostratygrafia skupi niewątpliwie zainteresowanie wszystkich geologów i geofizyków poszukiwawczych, gdyż ukazuje ona co najmniej dwa pola dla prac badawczych i zastosowań: 1) podejście geofizyczne – nastawione na lepsze, precyzyjniejsze rozpoznawanie i syntetyczne modelowanie składu litologicznego, zawartości cieczy i podobnych właściwości serii skalnych przy użyciu komputerowej analizy pomiarów geofizycznych (prędkość, amplituda, parametry cyklu etc.) oraz podejście stratygraficzno-facjalne – polegające na wykorzystaniu refleksyjnych przekrojów sejsmicznych oraz profilów sondowań gęstościowych lub akustycznych dla celów analizy facjalnej oraz przestrzennego i chronologicznego integrowania „systemów depozycyjnych” wypełniających dany basen.

W przypadku sedymentologa mającego doświadczenie w analizie basenów sejsmicznych przekroje stają się narzędziem umożliwiającym zastosowanie całej współczesnej wiedzy o facjach i środowiskach sedymentacyjnych w odniesieniu

do basenów o słabym rozpoznaniu wiertniczym. Wprawdzie przekroje te używane są już od wielu lat w kartowaniu struktur tektonicznych i interpretacjach geologiczno-strukturalnych, to jednak swoją największą wartość uzyskują dopiero wówczas, gdy umożliwiają rozpoznanie i zróżnicowanie wewnętrznej budowy facjalnej („facies fabric”) basenów o różnych założeniach i syndepozycyjnych uwarunkowaniach tektonicznych. Stratygraficzna interpretacja facjalna danych sejsmicznych niesie też ze sobą niewątpliwie wiele pułapek, ale trzeba jasno powiedzieć, że w nie mniejszym stopniu dotyczy to interpretacji wszystkich danych, zwłaszcza podpowierzchniowych, zebranych drogą pośredniego bądź zdalnego odczytu – w tym wszelkich geofizycznych profilowań wiertniczych. Praktyczna przydatność sejsmo-stratygrafii leży przede wszystkim w ścisłej współpracy sedimentologów i geofizyków, a najlepiej osób mających odpowiednie doświadczenie w obu tych dziedzinach.

Większość prac zaprezentowanych na omawianym sympozjum (S-39), a także niektóre prace przedstawione w ramach sympozjum poświęconego w ogólności zastosowaniom geofizyki w modelowaniu basenów i badaniach geotermicznych (S-34), stanowiły interesujące przykłady zastosowań wspomnianej metodyki do analizy konkretnych basenów sedimentacyjnych lub konkretnych sytuacji złożowych.

W pierwszej grupie do najciekawszych opracowań należało odtworzenie historii depozycyjnej i ewolucji młodego, mioceno-holoceno basenu Luzon na Filipinach (N.C. Lian i S.B. Bachman), fragmentu dewońskiego basenu centralnej Alerty (G.L. Watkins) oraz określenie tektonicznych uwarunkowań wczesnokredowej sedimentacji w basenie Powder River, Wyoming (J.J. Emme i R.J. Weimer; C.L. Farmer). W grupie drugiej najciekawsze opracowania dotyczyły identyfikacji pułapek roponośnych w różnych sytuacjach basenowo-facjalnych (G. Dawson, S.A. Sonnenberg), a jedna z prac była sejsmo-stratygraficznym studium serii węglonośnej w Albercie (D.C. Lawson i M.B. Bertram). Jak w każdej młodej dziedzinie – wiele było kontrowersji i wiele mowy o fundamentach metodycznych; do nowości w tym ostatnim zakresie należała m. in. metodyka zbierania trójwymiarowych danych sejsmicznych (E. Shuck) oraz metodyka uzyskiwania informacji litologicznej z danych sejsmicznych drogą modelowania (R.O. Lindseth).

Przedstawione na sympozjach prace wykazały, że stratygraficzna interpretacja przekrojów sejsmicznych powinna opierać się na odpowiednim zrozumieniu trójwymiarowych relacji między litofacjami i na integrowaniu tych ostatnich w systemy depozycyjne. Koncepcja „systemów depozycyjnych” zyskała w sejsmostratygrafii pierwszorzędne znaczenie. System depozycyjny definiowany jest jako trójwymiarowy zespół litofacji powiązanych genetycznie czynnikami (warunki współczesne) lub wyinterpretowanymi (warunki kopalne) procesami oraz środowiskami depozycyjnymi. Współistniejące ze sobą i genetycznie powiązane systemy depozycyjne grupowane są w „trakty systemów” (ang. systems tracts); przykładem może być trakt: system równiny aluwialnej → system deltowy → system szelfu → system skłonu. Co istotne, trakty takie wyznaczają zarazem generalny kierunek nachylenia paleosklonu depozycyjnego, np. od krawędzi basenu do środowiska wody głębokiej. Wypełnienie basenu następuje zwykle poprzez depozycję w ramach różnych traktów, zmieniających się w czasie wraz ze zmianami w warunkach tektonicznych i obszarach alimentacyjnych.

Wszystkie istotne zmiany tego rodzaju są potem geo-

fizycznie rejestrowane w postaci regionalnych powierzchni refleksów sejsmicznych (zgodne lub niezgodne granice). Te regionalne powierzchnie refleksyjne są dla basenu powierzchniami izochronicznymi (z wyjątkiem przypadku, gdy chodzi o powierzchnie niezgodności). Wyróżnione w ten sposób sekwencje (trakty depozycyjne) osadów, rozdzielone powierzchniami refleksów sejsmicznych, stanowią główne „jednostki sejsmostratygraficzne” (ang. seismic-stratigraphic units). W ich obrębie wyróżnia się jednostki niższych rzędów (systemy depozycyjne, litofacje). W tych to kategoriach, analizując „fabric” jednostek wszystkich szczebli (ich geometrię, orientację, konfigurację, relacje przestrzenne, chronologię etc.), badana jest osadowa zawartość basenu sedimentacyjnego.

Szeroka wiedza *a priori* o różnych systemach depozycyjnych pozwala więc (nawet przy bardzo ograniczonym rozpoznaniu wiertniczym) na predykcję prawdopodobnego inwentarza litofacjalnego, geometrii i rozprzestrzenienia systemów depozycyjnych w danym basenie lub jego określonym fragmencie. W tym ujęciu znajomość możliwych relacji przestrzennych między systemami w różnego typu basenach stanowi podstawowe narzędzie sedimentologiczno-stratygraficznej interpretacji przekrojów sejsmicznych. Co więcej, przy znajomości możliwie dużej liczby szczegółowych wariantów przestrzennego uporządkowania litofacji i systemów depozycyjnych w określonym typie basenu, możliwe staje się wykrywanie relacji stratygraficznych i prawidłowości depozycyjnych często na podstawie bardzo subtelnej zmienności w morfologii geofizycznego zapisu refleksów sejsmicznych.

W sumie analiza sejsmostratygraficzna prowadzić może do logicznej interpretacji potencjałów złożowych lub kolektorskich badanego obszaru, zanim jeszcze wiercenia dostarczą odpowiednich danych dla konwencjonalnej interpretacji stratygraficznej. Stąd wielkie zainteresowanie tą metodyką także ze strony poszukiwawczych przedsiębiorstw naftowych.

SEDYMENTOLOGIA A TEKTONIKA PŁYT – DAŻENIE DO UOGÓLNIEN MODELOWYCH

Oczekiwanie, a zarazem naukowe *credo* organizatorów sympozjum poświęconego temu tematowi (T-11) najlepiej chyba wyraża następujący fragment referatu wprowadzającego (A.D. Miall): „Jednym z największych osiągnięć współczesnej sedimentologii jest rozwój koncepcji modeli facjalnych. Podobne podejście metodologiczne wydaje się obecnie możliwe także w odniesieniu do całych basenów sedimentacyjnych, a to przez umiejętne połączenie koncepcji systemów depozycyjnych z koncepcjami globalnych sekwencji stratygraficznych i tektoniki płyt”. A więc mamy początek ery tworzenia „modeli basenów”. W swoim zamyśle powinny to być syntetyczne, tektoniczno-sedymetacyjne uogólnienia sytuacji regionalnych i potem globalnych, a ich rola byłaby zbliżona do tej, jaką na szczeblu uogólnień środowisk depozycyjnych pełnią obecnie „modele facjalne”. Model taki byłby zatem: 1) normą dla celów porównawczych, 2) ramowym przewodnikiem dla przyszłych badań, 3) predyktorem nowych sytuacji geologicznych, 4) podstawą dla tektoniczno-sedymetacyjnej interpretacji określonego typu basenów sedimentacyjnych. Funkcji takich można by zapewnić więcej.

Sympozjum to należało do największych, a przedstawione na nim prace można podzielić na trzy grupy. Przeważały opracowania będące analizą tektonicznych uwarunkowań przebiegu sedimentacji (nierazko w powiązaniu z wulkanizmem lub ofiolitami) w konkretnych, współ-

czesnych lub kopalnych basenach sedymentacyjnych; przykłady napłynęły niemal z całego świata, a wiek basenów miał rozpiętość od proterozoiku po kenozoik. Druga grupa referatów, to prace poszukujące dodatkowo współczesnych bądź kopalnych analogii dla analizowanych sytuacji tektoniczno-sedymentacyjnych. Do najciekawszych należały tu analogie wskazane dla Zatoki Kalifornijskiej i mezozoiku Alp (K. Kelts); ordowickiego fliszu Apalachów Środkowych i utworów w basenie himalajsko-bengalskim (G.G. Lash); klasycznego fliszu i molasy Alp Szwajcarskich oraz triasowo-mioceńskiego fliszu i molasy strefy kolizyjnej Indusu (M. Brookfield); ponadto (uwaga) górnego kenozoiku prowincji Basin-and-Range w USA i dolnego permu Europy Środkowej (E.C. Jowett i G.T. Jarvis).

Wreszcie trzecia grupa referatów, to prace o ambicjach uogólnień globalnych. Przedstawiono tu próbę uogólnienia sekwencji systemów depozycyjnych na kratonach (G. de V. Klein); empiryczny model wariantów rozwoju sedymentacji w basenach typu „pull-apart” (P. Mann et al.); próbę określenia współzależności między geochemią osadów a tektonicznymi uwarunkowaniami krawędzi kontynentalnych (M.R. Bathia i K. Croock); przegląd cech basenów typu „ramp-valley” i określenie kryteriów ich wyróżniania (K. Burke et al.); określenie relacji między orogenezą kolizyjną a jej zapisem w profilu molasy (S.K. Tandon i H. Okada); oraz oryginalna, choć kontrowersyjna hipoteza na temat związku globalnego pasma proterozoicznych formacji żelazonośnych z tektoniką płyt (Y. Greitzer).

SEDYMENTOLOGICZNE BADANIA OSADÓW ROPONOŚNYCH – WZROST ZAINTERESOWANIA I NOWE PERSPEKTYWY

W historii eksploatacji bituminów badania geologiczne nad charakterystyką samych złóż pojawiły się niemal w jej zaraniu, a dziś stanowią już one konwencjonalny element wszelkich dokumentacji złożowych. Badaniom tym towarzyszyła jednak zawsze świadomość, że wszelki postęp w dziedzinie **eksploatacji** złóż jest w gruncie rzeczy zagadnieniem czysto inżynierskim. I chociaż geolodzy brali w opracowaniach eksploatacyjnych udział, to jednak nigdy w takim zakresie, jak w konwencjonalnych **poszukiwaniach** ropy naftowej, u których podstaw zawsze leżała nadzieja, iż badania geologiczne pozwolą na wykrycie sąsiednich lub podobnych złóż. Patrząc na dzisiejsze obszary eksploatacji i poszukiwań bituminów można nawet dojść do przekonania, że geolog właściwie zawsze pierwszy wiedział o istnieniu złóż na określonych obszarach. Stąd też klasyczna wiedza geologów naftowych znalazła się dziś w sytuacji raczej deficytowej, zwłaszcza wobec wysokich kosztów poszukiwań oraz ogromnej rangi gospodarczej, jaką surowce paliwowe obecnie posiadają. Narastająca presja producentów ropy zdaje się bowiem prowadzić do sytuacji, w której od geologa naftowego oczekiwać się będzie nierzadko umiejętności niemal „ródzkiarskich”. Sedymentologiczne badania geologów naftowych zaczyna się jednak ostatnio doceniać z jeszcze innej ich strony praktycznej.

Nieskonsolidowany charakter większości piasków roponośnych każe sądzić, że stopień ich nasycenia ropą jest bezpośrednio funkcją ich porowatości i przepuszczalności. Te zaś determinowane są wykształceniem i zróżnicowaniem facjalnym danej serii osadowej. Stąd też dogłębne poznanie natury środowisk depozycyjnych daje możliwość prognozowania trójwymiarowej geometrii roponośnych ciał piasz-

czystych względem otaczających je, płonnych łupków. Ustalenie takie mają kapitalne znaczenie w projektowaniu odpowiednich technik dla bezpośredniej *in situ* ekstrakcji bituminów w złożu. Ponieważ zaś tego rodzaju technologie eksploatacji są bardzo ekonomiczne i przeżywają swój wielki rozwój, stąd właśnie badania sedymentologiczne nabierają dziś nieoczekiwanie pierwszorzędного znaczenia także w przemyśle wydobywczym.

Tej to m. in. tematyce poświęcone było jedno z większych sympozjów kongresowych (S-23). Zgromadziło ono liczną rzeszę przedstawicieli różnych ośrodków naukowych, służb geologicznych i firm naftowych, głównie kanadyjskich. Przedstawione prace dotyczyły sedymentologicznej analizy konkretnych złóż (osady od dewonu po trzeciorzęd), ze zwróceniem uwagi zarówno na specyfikę indywidualnych przykładów, jak i na ogólniejsze implikacje dokonanych badań w aspekcie złożowym. Tematami prac była szczegółowa rekonstrukcja środowisk depozycyjnych różnych serii roponośnych, historia diagenetyczna tych utworów oraz związki między ich mineralogią a własnościami kolektorskimi. Sporo prac dotyczyło geochemii organicznej samych bituminów, z czym wiązały się także próby określenia wieku bituminów i identyfikacji ich skał macierzystych.

Wybitnie „naftowy” profil miało też inne duże sympozjum – poświęcone relacji między **diagenetą** osadu a jego własnościami kolektorskimi (S-30). Chociaż i tu dominowały prace o charakterze przykładów regionalnych, nie wybiegające zbyt daleko poza uogólnienia na skalę konkretnej serii roponośnej czy złoża, to jednak para przewodniczących końcowej sesji (W.E. Galloway i K.B. Bjørlykke) pokusiła się o pewne ogólniejsze wnioski podsumowujące. Ponieważ sam temat należy obecnie do najmłodniejszych i wydaje się bardzo perspektywiczny (w tym także u nas), stąd warto może część tych konkluzji przytoczyć, gdyż pozwolą one na zorientowanie się, w jakim kierunku zdąży i jakie stadium dziś osiągnęło myślenie sedymentologów na temat diagenety osadu w aspekcie jego właściwości kolektorskich.

Na warunki hydrogeologiczne mięszszych osadów wypełniających baseny sedymentacyjne składają się trzy rodzaje podziemnych reżimów wodnych: meteoryczny, kompakcyjny i termobaryczny. W każdym z nich sekwencja zjawisk diagenetycznych wpływających na własności kolektorskie osadu determinowana jest przede wszystkim przez takie czynniki, jak: potencjalna objętość roztworów wodnych, kierunek i sposób ich krążenia w osadzie oraz ich hydrochemia i zawartość rozpuszczonych gazów. W warunkach reżimu meteorycznego zachodzi eodiagenesa i telodiagenesa; ta pierwsza może czasami przekraczać nawet głębokość 2 km (zwłaszcza w basenach tensyjnych o znacznej subsydencji), a ta druga – wynik meteorycznej cyrkulacji we wtórnie odsłoniętych („ekshumowanych”) basenach dojrzałych hydrologicznie – przekracza nierzadko głębokość 3 km poniżej powierzchni terenu. Mezodiagenesa (czyli wynik pogrzebienia osadu) zachodzi zarówno w reżimie kompakcyjnym, jak i termobarycznym.

Na same produkty diagenetyzacji istotny wpływ może mieć również zjawisko termicznej diagenety związków węglowodorowych. Rejonem szczególnie uprzywilejowanym z punktu widzenia podatności na ługowanie skały oraz akumulację węglowodorów okazuje się strefa przejściowa między reżimem kompakcyjnym a termobarycznym. Głęboki reżim termobaryczny jest natomiast strefą szeregającą się niszczenia zarówno kolektora, jak i węglowodorów; nawet przy tak bardzo ograniczonej cyrkulacji wód, na co wskazują ich normalne ciśnienia, chemiczna

diageneza okazuje się trwać nadal. (W kontekście wysłuchanych referatów muszę tu zatem wyrazić swoje wielkie zdumienie, dlaczego nasza geologia naftowa w tak małym zakresie korzysta z badań paleotermicznych ?).

Wiele parametrów kontrolujących diagenezę osadu (np. początkowy skład materiału okruskowego, przepływu wód porowych, ciśnienie porowe, temperatura) można odnosić do środowiska depozycji oraz stratygraficznej i strukturalnej ewolucji danego basenu. Np. wpływ wody meteorycznej jest zwykle najsilniejszy w osadach fluwialnych i deltowych, ale może on rozciągać się także w utwory szelfowe, daleko ku morzu. Całkowity przepływ wody meteorycznej przez dany piaskowiec determinuje stopień, w jakim zachodzić będzie jego „podpowierzchniowe wietrzenie” (ługowanie węglanów i skaleni, powstawanie kaolinitu etc.). Przepływ ten można więc wiązać z parametrami klimatycznymi, facjalnymi i tektonicznymi basenu. W klimatach suchych nawet piaskowce fluwialne cechować będzie przepływ niewielki, a woda meteoryczna może wówczas zawierać więcej rozpuszczonych substancji jonowych niż normalna woda gruntowa; w diagenezie dominującym minerałem ilastym jest wtedy smektyt.

Całościowy przepływ wody porowej ku górze w związku z kompaktacją i dehydracją minerałów, ograniczony jest z kolei przez całkowitą ilość wody zawartej w danym ba-

senie i przeciętny przepływ tego rodzaju jest bardzo po- wolny. Stąd też w reżimie kompakcyjnym woda porowa będzie bliższa stanowi chemicznej równowagi względem obecnych w osadzie faz mineralnych. Wielkość przepływu ogranicza przy tym możliwości przenoszenia substancji stałych w roztworze między piaskowcem, a osadami go otaczającymi. Powstawaniu wtórnej porowatości może często towarzyszyć strącanie innych, dodatkowych faz mineralnych, a więc tego rodzaju porowatość nie zawsze można traktować jako przejaw ogólnego wzrostu całkowitej porowatości skały.

Większość referatów przedstawionych w ramach obu sympozjów (S-23 i S-30) stanowiło „sedimentologiczne pokłósie” niedawno odbytego, kanadyjskiego konwentu A.A.P.G. (American Association of Petroleum Geologists). Ten 67 zjazd A.A.P.G. odbył się pod koniec czerwca 1982 r. w Calgary (Alberta) – wielkim centrum kanadyjskiej geologii naftowej. Udział w nim wzięło ponad 8000 osób, reprezentujących łącznie 42 kraje. Liczby te same mówią za siebie, z nich bowiem widać, że geologia naftowa ma obecnie „notowania” wysokie, jak może nigdy dotychczas. W konkluzji tego wszystkiego, co napisałem tu o geologii naftowej można zatem żartobliwie powiedzieć, że światowy kryzys energetyczny geologom raczej ... sprzyja.