

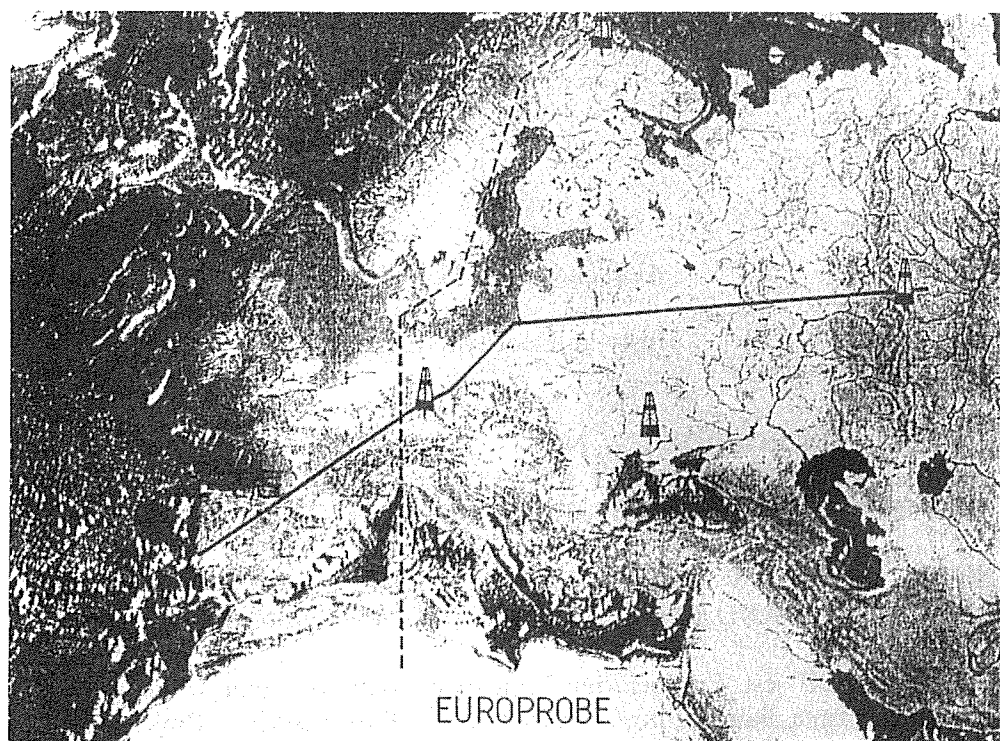
Aleksander GUTERCH

Instytut Geofizyki PAN

**EUROPROBE – NOWY PROGRAM BADAŃ
STRUKTURY I EWOLUCJI LITOSFERY
KONTYNENTU EUROPEJSKIEGO OD ATLANTYKU DO URALU**

**EUROPROBE – NEW INTERNATIONAL PROJECT OF INVESTIGATIONS
OF STRUCTURE AND EVOLUTION OF THE LITOSPHERE OF EUROPE**

EUROPROBE jest Europejskim Projektem Nauk o Ziemi w interdyscyplinarnym Programie Badań Litosfery Kontynentu Europejskiego. Projekt zakłada integrację wszystkich dotychczasowych wysiłków w badaniach geodynamicznych kontynentu europejskiego, a następnie wykonanie szczegółowych badań struktury i ewolucji litosfery wzdłuż transektu – „korytarza” o szerokości 100 km, który przecina główne prowincje tektoniczne Europy, od Zatoki Biskajskiej na Atlantyku do środkowego Uralu, przez centralną część strefy tektonicznej Teisseyre’a-Tornquist na obszarze Polski. Długość tak określonego transektu EUROPROBE wyniesie ponad 5000 km. Szczególną uwagę zwróci się na wykonanie dokładnych badań w strefach przejściowych między różnymi jednostkami tektonicznymi, takich jak strefa rowu tektonicznego w rejonie linii Teisseyre’a-Tornquista w Polsce środkowej, czy obszary głębokich basenów osadowych skorupy ziemskiej. EUROPROBE jest istotną częścią Globalnego Projektu Transektów w Międzynarodowym Programie Badań Litosfery, koordynowanym przez Międzynarodową Komisję Litosfery. Inicjatorem Projektu EUROPROBE jest wybitny geofizyk-seismolog, profesor Karl F u c h s z Niemiec, Past-Prezydent tej Komisji. Projekt EUROPROBE jest międzynarodowym programem badawczym i niemal wszystkie kraje europejskie zamierzają uczestniczyć w jego realizacji, w tym także kraje, przez których terytoria transekt nie przechodzi. W pracach eksperymentalnych, geofizycznych i geologicznych, będą uczestniczyły różne organizacje naukowo-badawcze, zarówno prowadzące badania podstawowe jak i stosowane, cel tych dwóch rodzajów prac jest w EUROPROBE wspólny.



Cel Projektu. Celem projektowanych badań jest określenie struktury i ewolucji litosfery głównych jednostek tektonicznych kontynentu europejskiego, niezbędne do lepszego zrozumienia roli procesów transportu masy i energii przez całą skorupę w formowaniu się basenów osadowych i złóż mineralnych. Jest to pierwszy program obejmujący cały kontynent europejski, w pełni integrujący działania o znaczeniu zarówno podstawowym, jak i utylitarnym. Te dwa cele w Projekcie EUROPROBE są ściśle ze sobą związane. Jak dowodzą tego wyniki badań, uzyskane w ostatnich latach w wielu krajach, zachodzi bezpośredni związek między strukturą głębokiego podłoża litosfery i występowaniem surowców. Nie sposób poprawnie określić kierunki poszukiwań surowców mineralnych bez znajomości przebiegu wielkich dyslokacji obejmujących skorupę i dolną litosferę. Jest to szczególnie ważny problem dla kontynentu europejskiego, charakteryzującego się niezwykle złożoną strukturą litosfery. Wystarczy przypomnieć, że miąższość skorupy ziemskiej na obszarach dwóch platform europejskich, paleozoicznej i prekambryjskiej, zmienia się od 25 do 60 km, a miąższość pokrywy osadowej osiąga kilkunastokilometrowe wartości. Jest więc kontynent europejski wielkim naturalnym laboratorium geodynamicznym, a obszar Polski zajmuje na nim pozycję kluczową, wszystkie bowiem wyżej wymienione kontrasty w budowie litosfery kontynentu występują na obszarze naszego kraju.

Metody badań. Prace eksperymentalno-pomiarowe i obserwacyjne będą prowadzone głównie w pasie o szerokości ok. 100 km od Zatoki Biskajskiej przez obszar Portugalii, Hiszpanii, Francji, Niemiec, Polski, Białorusi, Litwy i Rosji, z zakończeniem na środkowym Uralu. Podstawą Projektu są głębokie i bardzo głębokie wiercenia i towarzyszące im wszechstronne badania laboratoryjne i otworowe oraz głębokie sondowania sejsmiczne (refrakcyjne i refleksyjne) litosfery, uzupełnione głębokimi sondowaniami elektromagnetycznymi. Strefa transektu łączy już teraz 2 bardzo głębokie wiercenia, które mają osiągnąć kilkunastokilometrowe głębokości. Są to otwory KTB-1 na obrzeżu Masywu Czeskiego w Bawarii i SDB-4 na środkowym Uralu.

Przedmiotem badań w Projekcie EUROPROBE jest cała litosfera, a nawet tektonosfera z zasięgiem do głębokości 200–400 km. W przekroju pionowym obiektami szczególnego zainteresowania będą: górna skorupa, dolna skorupa i dolna litosfera. Dla górnej skorupy, w skład której wchodzi pokrywa osadowa i tzw. piętro granitowe, podstawowe znaczenie będą miały badania geofizyczne i geologiczne, wykonane w głębokich i bardzo głębokich odwiertach, wspomagane badaniami geofizyki powierzchniowej i zinterpretowane w ścisłym powiązaniu z danymi z zakresu geologii powierzchniowej. W dolnej skorupie i dolnej litosferze natomiast przewodziącą rolę odegrają sondowania sejsmiczne refrakcyjne, wykonane dokładnie według ustalonych standardów międzynarodowych, odpowiednio w wersji skorupowej i litosferycznej. Obszary szczególnego zainteresowania powinny być objęte również dokładnym systemem sejsmicznych sondowań refleksyjnych, penetrujących całą skorupę, a nawet dolną litosferę. Wymienionym badaniami, uznanym za podstawowe, będą towarzyszyły inne metody badań eksperymentalnych, zarówno geologicznych jak i geofizycznych, niezbędne dla pełnego rozwiązania zadań Projektu EUROPROBE. Pełny wykaz metod eksperymentalnych zalecanych do zastosowania obejmuje następujące specjalności i kierunki badawcze:

1. Głębokie sondowania sejsmiczne
 - badania refrakcyjne za pomocą fal podłużnych (P) i poprzecznych (S),
 - badania refleksyjne w strefach szczególnego zainteresowania,
 - tomografia telesejsmiczna litosfery,
 - tomografia litosfery oparta na falach powierzchniowych.
2. Sondowania elektromagnetyczne.
3. Profilowanie i modelowanie geotermiczne.
4. Metody potencjalne
 - modelowanie grawimetryczne,
 - modelowanie magnetyczne.
5. Pomiary naprężeń w blokach litosfery.
6. Badania paleomagnetyczne.
7. Badania ruchów skorupy ziemskiej przy zastosowaniu metod satelitarnych (GPS i GLONASS).
8. Petrologia: ksenolity i magmatyzm. Izotopowe datowanie skał.
9. Geologia strukturalna – tektonika.

Organizacja i finansowanie. Projekt EUROPROBE będzie realizowany w latach 1991–2000 w 3 etapach:

1. Opracowanie programu prac wspólnych i regionalnych, synteza danych geofizycznych i geologicznych już istniejących, realizacja projektów regionalnych pilotujących główny projekt kontynentalny – do roku 1993 włącznie.

2. Intensywne polowe prace eksperymentalne i pomiarowe – 1994–1996.

3. Interpretacja, podsumowania, syntezy – 1997–2000.

Wszystkie prace eksperymentalne muszą być wykonane w jednolitych systemach metodycznych i przy zastosowaniu nowoczesnej techniki pomiarowej, o najwyższym standardzie międzynarodowym. Uzyskane wyniki badań będą podlegały wymianie według ustalonych norm i zasad. W tym celu będą zorganizowane międzynarodowe ośrodki badawcze, finansowane przez fundacje naukowe o charakterze międzynarodowym. Środki finansowe na realizację prac eksperymentalnych powinny przygotować kraje, na obszarze których zlokalizowano transekt, oraz te organizacje i instytucje z innych krajów, które uczestniczą w Projekcie, chociaż pozostają poza bezpośrednim zasięgiem EUROPROBE. Planuje się, że wszystkie kosztowne prace eksperymentalno-pomiarowe będą wykonywane przez zespoły międzynarodowe. Przewiduje się również wzajemne udostępnianie do prac eksperymentalnych wyspecjalizowanego sprzętu pomiarowego o najwyższym standardzie technicznym.

Przygotowaniem programu badań zajmuje się Międzynarodowy Zespół ds. EUROPROBE pod przewodnictwem prof. Davida G e e ze Szwecji oraz prof. K. F u c h s a. W skład tego zespołu, który będzie kierował całością planowanych prac, wchodzi autor niniejszego artykułu. Na prośbę Międzynarodowej Komisji Litosfery, w dniach 26 IX – 4 X 1991 r. Instytut Geofizyki PAN oraz Państwowy Instytut Geologiczny zorganizowały w Polsce I Konferencję, która zajęła się głównie opracowaniem ramowej syntezy geodynamicznej szeroko rozumianej strefy kontaktu platform europejskich pt. *Tectonic evolution of the Teisseyre-Tornquist zone and adjacent terranes*.

Projekt EUROPROBE na obszarze Polski. Na obszarze Polski transekt EUROPROBE biegnie w przybliżeniu wzdłuż linii łączącej Sudety Zachodnie i północne obrzeżenie wyniesienia mazursko-suwalskiego. O takiej pozycji transektu zdecydowały problemy geodynamiczne obszaru Polski, które mają znaczenie fundamentalne dla Projektu EUROPROBE. Badania sejsmiczne ostatnich 20 lat dowiodły bowiem, że na obszarze Polski występują największe kontrasty w budowie skorupy ziemskiej obszarów platformowych. Dla przykładu, miąższość skorupy ziemskiej zmienia się od 28–30 km na obszarze monokliny przedsudeckiej do ok. 60 km w strefie rowu tektonicznego Teisseyre'a-Tornquista. Strefa ta, wykryta najpierw na obszarze Polski metodami sejsmicznymi, ma zasięg i znaczenie kontynentalne w całym swym przebiegu od Morza Północnego do Morza Czarnego. Strefa Teisseyre'a-Tornquista, której szerokość na obszarze Polski zmienia się od 50 do 90 km, dzieli kontynent europejski na dwie formacje o zasadniczo odmiennych własnościach tektonofizycznych. Transekt EUROPROBE przecina na obszarze Polski strefę Teisseyre'a-Torn-

quista w przybliżeniu pod kątem prostym. Za główne zadania badawcze w Projekcie EUROPROBE na obszarze Polski uznano następujące problemy:

1. Wyjaśnienie charakteru skorupy w strefie wewnętrznej i zewnętrznej pasma hercyńskiego (Sudety i ich przedpole) i wzajemny stosunek obu stref.
2. Istota tektoniczna lineamentu Teisseyre'a-Tornquista, jednego z głównych głębokich pęknięć na kontynencie, w powiązaniu ze strefą rowu tektonicznego o pogrubionej skorupie, przylegającej do lineamentu.
3. Głębokie założenia tektoniczno-strukturalne wielkiego basenu permskiego, jego geneza i ewolucja oraz związki z powstawaniem zasobów mineralnych i ropo- i gazononością obszaru.
4. Podział platformy prekambryjskiej na zasadnicze jednostki petrologiczno-tektoniczne.
5. Rekonstrukcja zjawisk geodynamicznych zachodzących w przeszłości geologicznej w strefie brzeżnej starej platformy Europy Wschodniej na obszarze Polski, w nawiązaniu do północno-zachodniej części kontynentu. Stworzenie podstaw dla określenia kierunków dalszego prognozowania występowania zasobów mineralnych w tym rejonie.
6. Charakterystyka fizyczno-petrologiczna bloków całej litosfery wchodzących w skład płyty kontynentalnej platform prekambryjskiej i paleozoicznej.

Znaczenie Projektu EUROPROBE

1. Projekt EUROPROBE, łącząc wielkie systemy pomiarowe geofizyczne, geologiczne i geodezyjne (zrealizowane dotąd w Zachodniej, Środkowej i Wschodniej Europie) od Atlantyku do Uralu, spełni doniosłą rolę integrującą dla wielu dyscyplin z zakresu nauk o Ziemi w Europie, charakteryzującej się ogromną różnorodnością struktur tektonicznych i równocześnie licznymi podziałami granicznymi i politycznymi, dotąd skutecznie utrudniającymi traktowanie kontynentu europejskiego jako jednolitego obiektu badań geodynamicznych. Zmiany zachodzące w Europie stwarzają po raz pierwszy szansę na prawdziwą współpracę naukową, tak niezbędną dla badań geodynamicznych kontynentu europejskiego.

2. Spodziewana integracja pozwoli wielu dyscyplinom na wyeliminowanie różnych niejednoznaczności i mylnych hipotez roboczych, wynikających często z regionalnego ujęcia problemów, bez powiązań globalnych, oraz ze stosowania różnorodnych technik badawczych i interpretacyjnych.

3. Partnerskie stosunki w realizacji Projektu EUROPROBE umożliwią wszystkim zainteresowanym dostęp do najnowszych technik badawczych i nowych idei interpretacyjnych w badaniach geodynamicznych i w pracach poszukiwawczych. Służyć temu będą robocze spotkania i międzynarodowe ośrodki badawcze, finansowane przez fundacje naukowe i przemysłowe o charakterze międzynarodowym.

4. Projekt EUROPROBE ma fundamentalne znaczenie dla obszaru Polski. Zgromadzone w ostatnich latach wyniki badań geodynamicznych na obszarze naszego kraju mają w wielu przypadkach uznane już znaczenie odkrywcze, ważne dla całej Europy, dowodząc tym samym kluczowej pozycji naszego kraju w geodynamice kontynentu europejskiego. Te wyniki zadecydowały, po dłuższej

dyskusji, o przejściu „korytarza” EUROPROBE przez obszar Polski. Wielu problemów geodynamicznych obszaru naszego kraju, zarówno o charakterze podstawowym jak i ściśle użytkowym, nie można rozwiązać bez otwartego i ścisłego współdziałania z ośrodkami Europy Zachodniej i Wschodniej.

5. Nowy europejski program badawczy z zakresu nauk o Ziemi, z dość odległym horyzontem czasowym sięgającym roku 2000, wymaga zaangażowania do jego realizacji młodych pracowników naukowych, stwarzając dla nich niepowtarzalną szansę uczestnictwa w rozwiązywaniu problemów o fundamentalnym znaczeniu dla geodynamiki całej Europy, w atmosferze autentycznej współpracy międzynarodowej, przy dostępie do najnowocześniejszych technik badawczych.

Projekt EUROPROBE jest już od ponad roku przedmiotem intensywnej dyskusji w środowisku polskich geofizyków i geologów. Sformułowano już zarys polskiego programu naukowego i organizacyjnego naszego udziału w tym przedsięwzięciu, nie mającym precedensu w skali europejskiej, jak i światowej. Należy się spodziewać, że będzie to w najbliższym 10-leciu najważniejszy program badawczy nauk o Ziemi w Europie, integrujący fizyczne i przyrodnicze aspekty tych nauk. Zespół roboczy do spraw Projektu EUROPROBE w Polsce, złożony z przedstawicieli różnych ośrodków naukowych w kraju, opracowuje już szczegółowy program prac eksperymentalnych przewidzianych do realizacji w latach 1992–1996. Koszty prac eksperymentalnych będą zdominowane przede wszystkim przez planowane badania sejsmiczne, zarówno refrakcyjne jak i refleksyjne. Raz jeszcze należy podkreślić, że Projekt EUROPROBE ma wybitne znaczenie, w równym stopniu dla badań podstawowych jak i użytkowych; żaden kraj w Europie nie powinien znaleźć się poza jego zasięgiem.

Maszynopis wpłynął do Redakcji 14 X 1991 r.

◆◆◆◆ ORIGINALNE PRACE ◆◆◆◆ I PRZYCZYNKI

Katarzyna DĄBROWSKA-ZIELIŃSKA

Instytut Geodezji i Kartografii – Warszawa

WYKORZYSTANIE ZDJĘĆ SATELITARNYCH NOAA DO OSZACOWANIA EWAPOTRANSPIRACJI I WILGOTNOŚCI GLEB

THE USE OF NOAA SATELLITE IMAGES TO ASSESS EVAPOTRANSPIRATION AND SOIL MOISTURE

Od wielu lat prowadzone są próby zastosowania teledetekcji do określania wilgotności gleby. Wiadomo, że najbardziej przydatne w określaniu uwilgocenia gleb są metody oparte na promieniowaniu mikrofalowym. Charakterystyczną cechą tego zakresu promieniowania jest fakt, że wnika ono w powierzchniową warstwę gleby na głębokość zależną od wilgotności gleby, zatem analiza odbicia promieniowania mikrofalowego od powierzchni gleby może dostarczyć bezpośrednich informacji o jej wilgotności. Z metodami opierającymi się na rejestracji promieniowania mikrofalowego wiąże się duże nadzieje, zwłaszcza wobec wprowadzenia na orbitę satelity ERS-1 (Earth Resources Satellite), którego sensory uczulone są na milimetrowe zakresy spektrum elektromagnetycznego.

W badaniach wilgotności gleb do tej pory stosowane są metody oparte na długofalowym promieniowaniu podczerwonym. W przypadku gleb niepokrytych roślinnością dobre wyniki można otrzymać wykorzystując zjawisko bezwładności cieplnej gruntów, które to zjawisko zależy głównie od ilości wody w glebie; jest to tzw. metoda inercji termalnej, oparta na różnicy pomiędzy maksymalną i minimalną temperaturą powierzchni gruntów w ciągu doby. W przypadku pokrycia terenu roślinnością różnica tych wartości nie odzwierciedla wilgotności gleby (Price, 1985). Z przeprowadzonych wcześniej prac (K. Dąbrowska-Zielińska, 1987) wiadomo, że nie istnieje bezpośrednia zależność pomiędzy wilgotnością gleby pokrytej roślinnością a radiacyjną temperaturą roślin. Wiadomo też, że radiacyjna temperatura roślin może posłużyć do oszacowania ewapotranspiracji. Wielkość ewapotranspiracji może być zasadniczym wskaźnikiem szacunku wielkości plonów, gdyż na jej podstawie można wnioskować o niedoborach wilgotności w strefie korzeniowej roślin.

W Ośrodku Teledetekcji i Informacji Przestrzennej (OPOLIS) Instytutu Geode-

zji i Kartografii przeprowadzono badania zastosowania zdjęć satelitarnych do określania wilgotności użytków zielonych i wykorzystania tych informacji w prognozowaniu nawodnień oraz w modelach prognozowania plonów¹. W badaniach wykorzystano temperaturę radiacyjną rejestrowaną przez radiometr AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) zainstalowany na satelitach meteorologicznych serii NOAA. Zdjęcia te charakteryzują się małą przestrzenną zdolnością rozdzielczą, wynoszącą ok. 1 km². Zostały one zarejestrowane przez Stację Odbiorczą Zakładu Prognoz Regionalnych IMGW w Krakowie, a następnie przetworzone w OPOLIS.

Dane z satelity NOAA wykorzystano do oszacowania ewapotranspiracji, wilgotności gleby i wielkości biomasy w części doliny Obry w pobliżu Kościana. Pracownicy Katedry Agrometeorologii Akademii Rolniczej w Poznaniu na tym obszarze przeprowadzili naziemne pomiary agrometeorologiczne. Wykonano również pomiary temperatury radiacyjnej radiometrem ręcznym, rejestrującym ten sam zakres promieniowania elektromagnetycznego co radiometr AVHRR zainstalowany na pokładzie satelity NOAA. Ponieważ w okresie badań terenowych, zarówno w 1989 jak i 1990 r., występowały bardzo często niesprzyjające warunki meteorologiczne, uzyskano zaledwie kilka dobrych zdjęć satelitarnych badanego obszaru.

Radiometr AVHRR satelity NOAA rejestruje promieniowanie w 5 zakresach spektralnych. W dwóch pierwszych kanałach (K₁, K₂) rejestrowane jest promieniowanie widzialne, w trzecim (K₃) bliska podczerwień termalna, w czwartym i piątym (K₄, K₅) długofalowe promieniowanie podczerwone. Do określenia radiacyjnej temperatury łąk wykorzystano informacje pozyskane w dwóch ostatnich kanałach, czyli w zakresie podczerwieni termalnej.

Pomiar temperatury obiektów na powierzchni Ziemi za pomocą informacji pozyskiwanych przez satelitę może być obarczony błędami spowodowanymi obecnością pary wodnej w atmosferze ziemskiej, tłumiącej długofalowe promieniowanie podczerwone. Jedną z metod wprowadzenia poprawki uwzględniającej wpływ pary wodnej w atmosferze jest metoda tzw. rozszczepionego okna. Wykorzystuje ona różnicę obserwacji długofalowego promieniowania podczerwonego rejestrowanego przez radiometr AVHRR odpowiednio w kanałach 4 i 5. W niniejszej pracy zastosowano również drugą metodę, polegającą na porównaniu temperatury wody w akwenu znajdującym się w pobliżu terenu badań, mierzonej termometrem kontaktowym z mierzoną za pomocą radiometru AVHRR.

W celu znalezienia metody pozwalającej na obliczanie radiacyjnej temperatury obiektów odwzorowanych na zdjęciach satelitarnych z dokładnością maksymalnie zbliżoną do wartości temperatury radiacyjnej tych samych obiektów, lecz zmierzonej za pomocą radiometru ręcznego z odległości około 1,5 m, a więc metody uwzględniającej wpływ pary wodnej na osłabienie promieniowania podczerwonego, analizowano algorytmy opisane w literaturze. Stwierdzono, że najlepsze wyniki, to znaczy pomiar temperatury radiacyjnej za pomocą zdjęć satelitarnych, po uwzględnieniu

¹ Badania te zostały wykonane w ramach programu zleconego przez Polską Akademię Nauk oraz Organizację do Spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO).

wpływu pary wodnej, dawał zbliżone wartości do pomiarów prowadzonych w terenie w momencie przelotu satelity, można otrzymać stosując równanie i współczynniki wyprowadzone przez D a l u i L i b e r t i (1987)

$$T_s = T_4 + A (T_4 - T_5) + B \quad (1)$$

gdzie: T_4 i T_5 – temperatura rejestrowana przez radiometr AVHRR w kanale 4 i 5, $A = 2,68$, $B = -0,78$.

Obliczoną wartość temperatury radiacyjnej wykorzystano następnie do określenia ewapotranspiracji, wychodząc z równania bilansu cieplnego

$$R_N = LE + H + G + Ph + Q + D \quad (2)$$

gdzie: R_N – strumień różnicowy promieniowania (saldo promieniowania), LE – gęstość strumienia ciepła utajonego biorącego udział w procesach parowania i kondensacji (w dalszej części artykułu oznaczone jako E), H – gęstość turbulencyjnego strumienia ciepła jawnego biorącego udział w procesach ogrzewania atmosfery lub płynącego z atmosfery do powierzchni czynnej, G – gęstość strumienia ciepła wymienianego pomiędzy powierzchnią czynną a podłożem, Ph – gęstość strumienia promieniowania słonecznego asymilowanego przez rośliny, Q – gęstość strumienia ciepła magazynowanego przez rośliny, D – ciepło wymieniane drogą poziomego przepływu. Wszystkie strumienie wyrażone są w $W \cdot m^{-2}$.

W równaniu (2) ilość radiacji zużytej na fotosyntezę (Ph) jest niewielka i może być pominięta. Ciepło wymienione drogą poziomego przepływu musi być uwzględnione w przypadku prowadzenia badań na obszarach bardzo zróżnicowanych pod względem użytkowania ziemi i wilgotności gleb. W omawianych badaniach wielkość ta została pominięta, ponieważ obszar łąk był otoczony przez podobny pod względem użytkowania obszar. Również wielkość strumienia ciepła magazynowanego lub uwalnianego przez biomasę, ze względu na jej małą wartość, może zostać pominięta.

A zatem uwzględniając powyższe uwagi równanie (2) można uprościć do postaci

$$LE = R_N - H - G \quad (3)$$

Wielkość ciepła jawnego (H) zależy od różnicy temperatury między powierzchnią roślinną a powietrzem oraz od oporu powietrza na transport tego ciepła

$$H = \rho C_p (T_s - T_a) / r_a \quad (4)$$

$$r_a = [\ln(z-d)]^2 / k^2 u \quad (5)$$

gdzie: ρ – gęstość powietrza ($kg \cdot m^{-3}$), C_p – ciepło właściwe powietrza ($J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$), T_a – temperatura powietrza mierzona na wysokości 2 m ($^{\circ}C$), T_s – temperatura powierzchni rejestrowana przez AVHRR satelity NOAA ($^{\circ}C$), r_a – aerodynamiczny opór powietrza względem transportu ciepła (sm^{-1}), z – wysokość pomiarów nad powierzchnią ziemi (m), z_o – parametr szorstkości powierzchni charakteryzujący aerodynamiczną szorstkość powierzchni (m), d – wy-

sokość przesunięcia płaszczyzny zerowej (m), u – pozioma składowa prędkości wiatru mierzona na wysokości 2 m (ms^{-1}), k – stała Karmana (0,41).

Wartości z_o i d zostały obliczone w funkcji wysokości roślin (h) według M o n t e i t h a (1973), które dla traw wynoszą: $z_o = 0,13 h$, $d = 0,66 h$. Wartości aerodynamicznego oporu powietrza względem transportu ciepła (r_a) zostały skorygowane (z uwagi na niestabilność atmosfery) w funkcji liczby Richardsona (R_i) według L e t t a u ' a (1962) i J a c k s o n a i in. (1987).

Równanie (3) można zapisać

$$LE = R_n - \rho C_p (T_s - T_a) / r_a - G \quad (6)$$

Opracowana w ten sposób wielkość ewapotranspiracji została następnie porównana z wynikami obliczeń ewapotranspiracji prowadzonych metodą profilową przez pracowników Akademii Rolniczej w Poznaniu. Pomiar gradientu temperatury powietrza, prędkości wiatru i wilgotności powietrza prowadzone były na 2 stanowiskach. Pierwsze z nich reprezentowało obszar łąk odwzorowany przez piksele 1 i 2 (tab. 1) zdjęcia satelitarnego wykonanego przez satelitę NOAA, drugie zaś reprezen-

T a b e l a 1. Porównanie wartości ewapotranspiracji obliczonej na podstawie temperatury radiacyjnej mierzonej przez satelitę NOAA oraz danych meteorologicznych z ewapotranspiracją mierzona
T a b l e 1. Comparison of evapotranspiration calculated using radiative temperature recorded by NOAA and meteorological data to evapotranspiration measured

Nr pixela	23 V 1990 r.			3 VIII 1990 r.		
	E_{in}	E_{swt}	E_m	E_{in}	E_{swt}	E_m
	[W m ⁻²]			[W m ⁻²]		
1	250	211	229	239	134	262
2	205	216	229	227	129	262
3	262	314	358	269	212	188
4	293	340	358	278	211	188
5	374	301	358	230	156	188
6	333	344	358	293	217	188
7	298	350	358	326	223	188

towało obszar pikseli 3–7. W tabeli 1 przedstawiono wartości ewapotranspiracji aktualnej (chwilowej) oszacowanej za pomocą równania (6), gdzie temperatura rejestrowana przez radiometr AVHRR była skorygowana ze względu na zawartość pary wodnej dwoma metodami: przez porównanie temperatury wody w Jeziorze Dominickim, mierzonej radiometrem ręcznym i radiometrem AVHRR (E_{in}) oraz opisaną poprzednio metodą rozszczepionego okna (E_{swt}). Wyniki oszacowania wielkości ewapotranspiracji zostały porównane z wielkością ewapotranspiracji obliczonej metodą profilową (E_m) na podstawie dwóch zdjęć tego terenu, wykonanych radiometrem AVHRR w dniu 23 V 1990 r. i 3 VIII 1990 r. (tab. 1). Wielkości ewapotranspiracji oszacowanej za pomocą równania (6), przy zastosowaniu dwóch różnych metod eliminacji wpływu pary wodnej na pomiar, dały wyniki zbliżone do ewapotranspiracji mierzonej w terenie. Jeżeli w obszarze 7 pikseli, a więc na

powierzchni ponad 7 km², obliczymy ewapotranspirację średnią, to uzyskamy następujące wyniki:

23 V 1990 r.			3 VIII 1990 r.		
E_{in}	E_{swt} [Wm ⁻²]	E_m	E_{in}	E_{swt} [Wm ⁻²]	E_m
287,86	296,57	321,14	266	183,14	209,1

Dokładność, z jaką została oszacowana ewapotranspiracja (E_{in}) na badanej powierzchni 7 km² w obydwu terminach względem obliczonej metodą aerodynamiczną, wynosi 4,5%, natomiast (E_{swt}) 10,5%. Błąd w oszacowaniu ewapotranspiracji spowodowany jest niedoskonałością metody korekcji temperatury ze względu na zawartość pary wodnej w atmosferze (równanie 1), jak również tym, że temperatura powierzchni traw rejestrowana przez satelitę, która jest potrzebna do oszacowania ewapotranspiracji (równanie 6), jest wielkością chwilową, natomiast parametry meteorologiczne odnoszą się do wartości godzinowych. Należy wziąć również pod uwagę, że obliczona metodą aerodynamiczną ewapotranspiracja, do której odnosimy wartość ewapotranspiracji oszacowanej, może być również obciążona błędem.

Chwilowa wielkość ewapotranspiracji oszacowanej na podstawie chwilowego pomiaru temperatury radiacyjnej (równanie 6) może być wykorzystana do oszacowania wielkości ewapotranspiracji dobowej, którą to wartość stosuje się w modelach hydrologicznych, jak również do oszacowania ewapotranspiracji dekadowej. Wielkość ewapotranspiracji dobowej (E_D) określono wychodząc z założenia, że stosunek ewapotranspiracji chwilowej (E_i) do dobowej jest równy stosunkowi strumienia różnicowego radiacji chwilowej (R_{ni}) do dziennej (R_{nD}), co przedstawia równanie

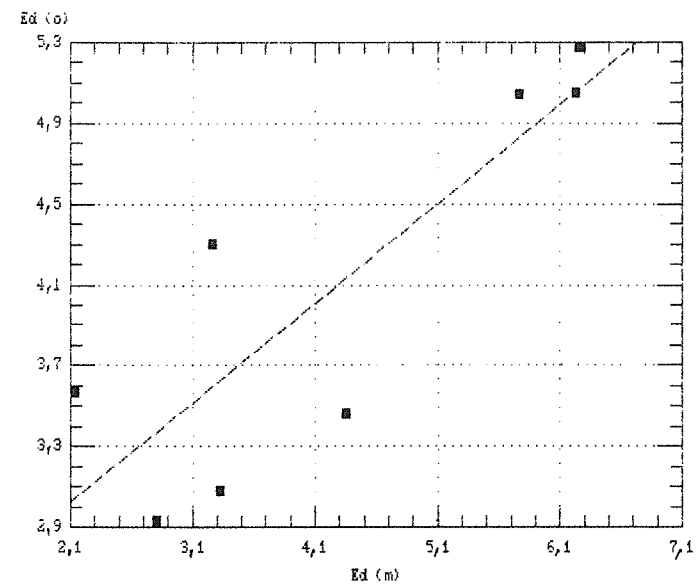
$$E_D/E_i = R_{nD}/R_{ni} \quad (8)$$

stąd też

$$E_D = E_i R_{nD}/R_{ni} \quad (9)$$

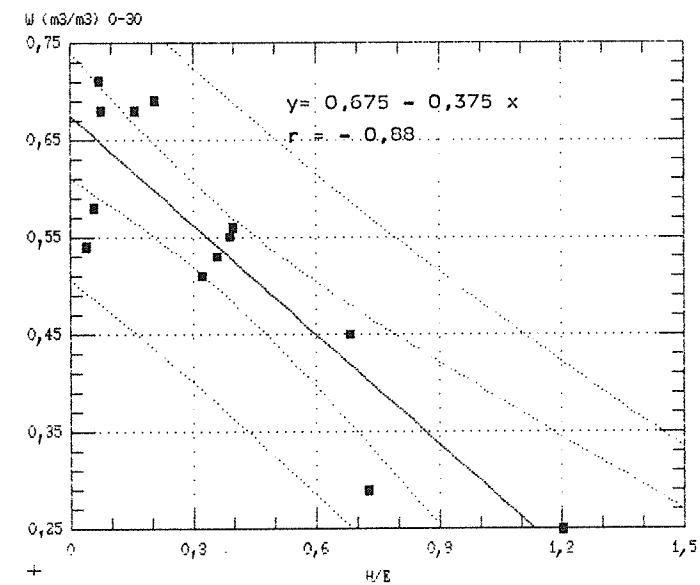
Zbadano, jaki jest najwłaściwszy czas pomiaru temperatury radiacyjnej w celu określenia z największą dokładnością ewapotranspiracji dobowej. Badania prowadzono mierząc temperaturę radiacyjną traw radiometrem ręcznym rejestrującym ten sam zakres podczerwieni termalnej co radiometr AVHRR satelity NOAA (kanał 4,5). Na podstawie tych pomiarów obliczono ewapotranspirację chwilową (E_i) według równania (6), a następnie na podstawie wartości z każdej godziny pomiaru obliczono wartość ewapotranspiracji dobowej według równania (9). Stwierdzono, że największą zgodność pomiędzy obliczoną ewapotranspiracją dobową a mierzoną otrzymano, gdy temperatura traw mierzona była o godzinie 13. Godzina rejestracji temperatury przez AVHRR satelity NOAA, na podstawie której określono ewapotranspirację dobową, przedstawioną na rys. 1, była pomiędzy 14 a 16 i stąd wynika błąd wielkości ewapotranspiracji dobowej oszacowanej w stosunku do mierzonej.

Informacja o ilości wyparowanej wody jest bardzo ważna dla określenia bilansu wodnego. Wielkość tej ewapotranspiracji została wykorzystana do oszacowania wielkości wilgotności gleb w strefie korzeniowej traw. Na badanym obszarze w 15



Rys. 1. Porównanie ewapotranspiracji dobowej $E_d(o)$ obliczonej z równania (9) z ewapotranspiracją dobową mierzoną w terenie $E_d(m)$

Fig. 1. Comparison of daily evapotranspiration $E_d(o)$ calculated using equation (9) to daily evapotranspiration measured $E_d(m)$



Rys. 2. Związek pomiędzy wilgotnością gleby w warstwie 0–30 cm a wskaźnikiem H/E

Fig. 2. Soil moisture at 0–30 cm below surface in relation to H/E

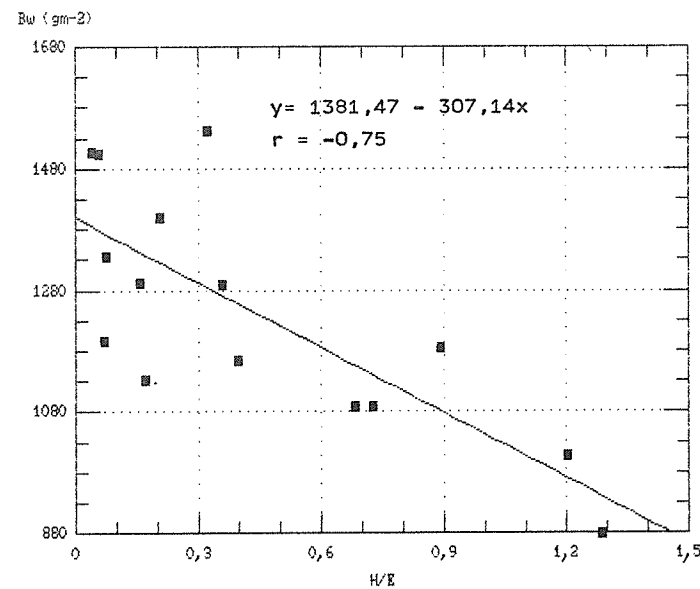
punktach pomiarowych została określana wilgotność metodą objętościową na głębokości 0–30 cm. Do określenia tej wilgotności wykorzystano wartości ewapotranspiracji oszacowanej według wzoru (6), gdzie temperatura radiacyjna T_s została skorygowana metodą rozszczepionego okna (wzór 1). Ze względu na to, że nie zawsze terenowy pomiar temperatury wody w czasie wykonywania zdjęć satelitarnych jest możliwy do przeprowadzenia, łatwiej posługiwać się metodą rozszczepionego okna. Jako wskaźnik uwilgotnienia został wprowadzony iloraz będący stosunkiem ciepła jawnego do utajonego (H/E).

Kiedy gleba jest sucha, to większość dostarczonej energii jest zamieniona na ciepło jawne, przyjmujące wówczas duże wartości, ciepło utajone (E) jest natomiast w takim przypadku małe. Przy założeniu równości współczynników turbulencyjnej wymiany ciepła i wilgoci, wskaźnik Bowena (B), będący stosunkiem ciepła jawnego do utajonego, przedstawia wzór

$$B = H/E = \gamma \Delta T / \Delta q \quad (10)$$

gdzie: B – wskaźnik Bowena, γ – wartość stała, ΔT – różnica temperatury powietrza, Δq – różnica wilgotności powietrza.

Kiedy dana powierzchnia terenu, obserwowana przez satelitę, ma niedobór wody, wówczas gradient wilgotności powietrza jest niewielki, a gradient jego temperatury duży i wskaźnik Bowena przyjmuje dużą wartość. Rysunek 2 przedstawia zależność pomiędzy wilgotnością gleby w strefie 0–30 cm a wskaźnikiem H/E .



Rys. 3. Związek pomiędzy biomasą świeżą (B_w), otrzymaną z pomiarów terenowych, a wskaźnikiem H/E , obliczonym na podstawie danych teledetekcyjnych

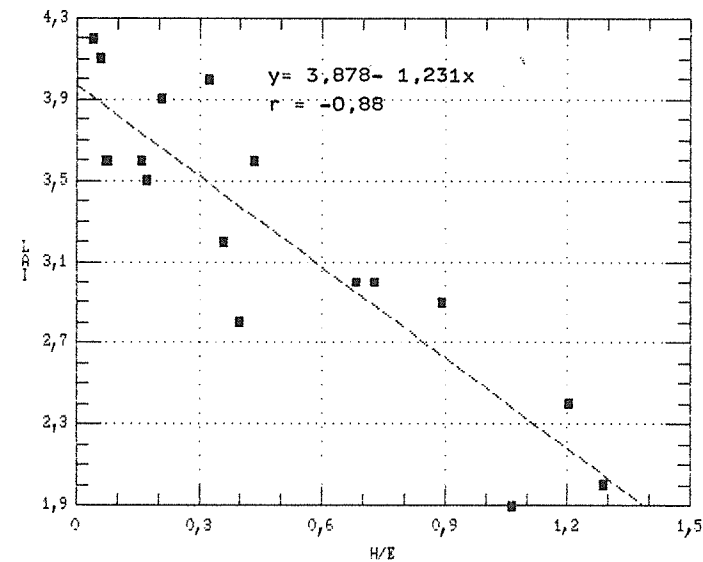
Fig. 3. The relationship between wet biomass measured (B_w) and the ratio H/E calculated using remotely sensed data

Ciepło jawne (H) zostało oszacowane według równania (4), natomiast wielkość ewapotranspiracji według równania (6). Wilgotność została przedstawiona jako średnia wartość każdego piksela, w którym została zarejestrowana temperatura T_s przez radiometr AVHRR NOAA. Duża wilgotność gleby (48–59%) odpowiada niskim wartościom wskaźnika H/E . Różnica temperatury roślin (T_s) i powietrza (T_a), decydująca o wielkości ciepła jawnego, była niska (0,5–1,5°C), wartości ciepła jawnego były małe, a wartości ewapotranspiracji duże. W warunkach suchych, gdy wilgotność gleby była niska, różnice temperatury ($T_s - T_a$) były znacznie większe (4,5–5,0°C), niewielka ilość energii została zużyta na parowanie.

Metoda powierzchniowego szacowania ewapotranspiracji może mieć duże zastosowanie przy prognozowaniu plonów. Zbadano, że iloraz H/E jest również dobrym wskaźnikiem określenia wielkości biomasy oraz tzw. powierzchni projekcyjnej liści (Leaf Area Index – LAI). Wielkość biomasy i LAI użytków zielonych zależy od wilgotności w strefie korzeniowej roślin, która to na rys. 3 i 4 została przedstawiona przez iloraz H/E . Im mniejsza jego wartość, a więc większa ewapotranspiracja, tym większa jest biomasa i powierzchnia projekcyjna liści.

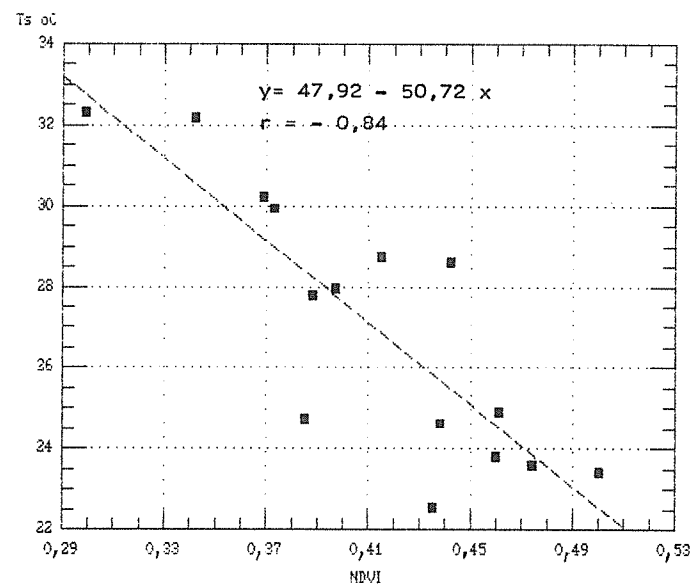
Jak już wspomniano, radiometr AVHRR satelity NOAA rejestruje w kanale 1 i 2 promieniowanie widzialne odbijane od powierzchni Ziemi. Informacja ta może zostać wykorzystana do określania znormalizowanego indeksu zieleni (Normalised Vegetation Index – NDVI), który jest stosunkiem różnicy sygnału rejestrowanego w kanale 1 (K1) i 2 (K2) do ich sumy. Poniższy wzór przedstawia obliczenie NDVI

$$\text{NDVI} = (\text{K2} - \text{K1}) / (\text{K1} + \text{K2}) \quad (11)$$



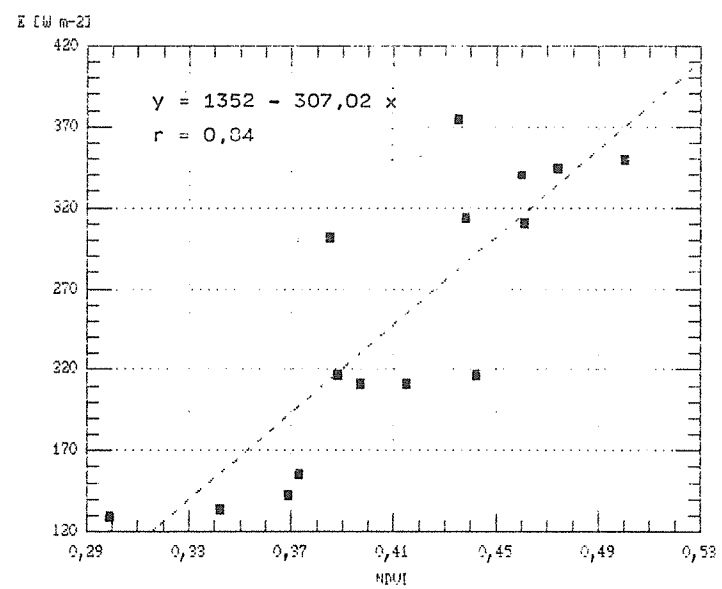
Rys. 4. Związek pomiędzy wielkością LAI (pomiaru terenowe) a wskaźnikiem H/E obliczonym na podstawie danych zarejestrowanych przez satelitę NOAA

Fig. 4. The relationship between LAI (measured) and the ratio H/E calculated using data recorded by NOAA satellite



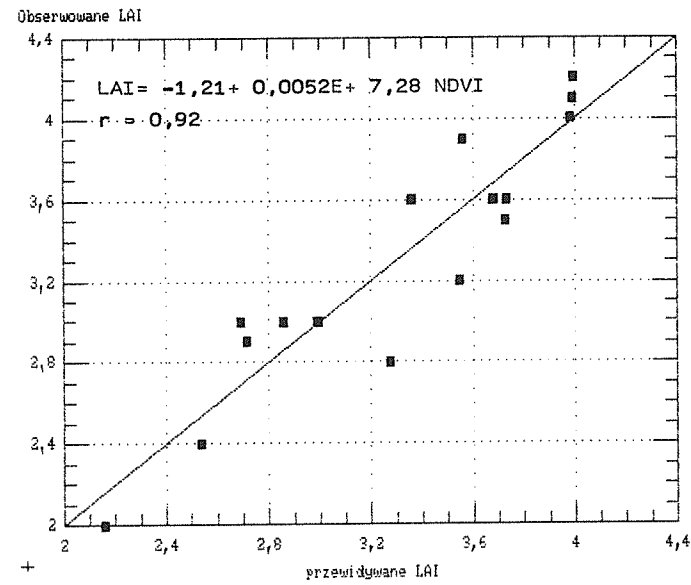
Rys. 5. Związek radiacyjnej temperatury roślin (T_s), mierzonej przez satelitę NOAA, z wskaźnikiem zieleni (NDVI), obliczonym z kanału 1 i 2 satelity NOAA

Fig. 5. The relationship between radiative temperature of vegetation (T_s) measured by NOAA satellite and Vegetation Index (NDVI) calculated from data recorded in channel 1 and 2 of NOAA satellite



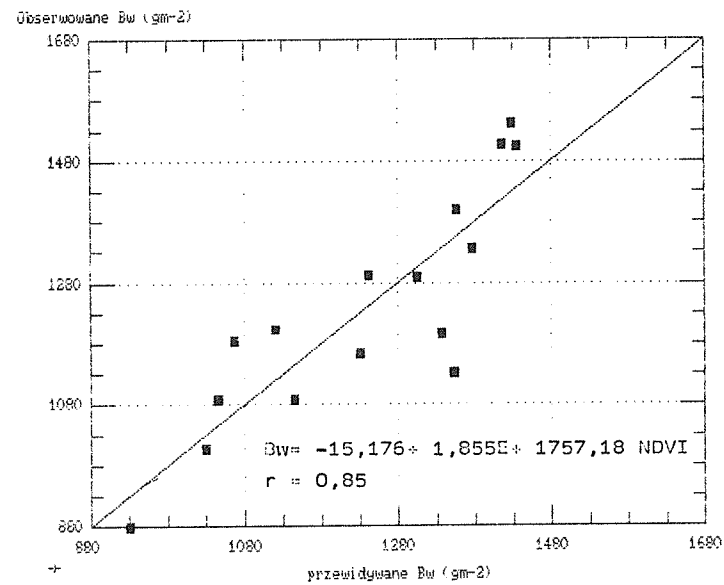
Rys. 6. Związek ewapotranspiracji (E) i znormalizowanego wskaźnika zieleni (NDVI)

Fig. 6. The relationship between evapotranspiration (E) and Vegetation Index (NDVI)



Rys. 7. Związek pomiędzy wielkością LAI zmierzona w terenie a obliczona równaniem: $LAI = -1,21 + 0,0052E + 7,28 NDVI$

Fig. 7. The relationship between values of LAI measured and calculated using equation: $LAI = -1,21 + 0,0052E + 7,28 NDVI$



Rys. 8. Związek między biomasą świeżą (B_w) zmierzona a obliczona równaniem: $B_w = -59,529 + 1,837E + 1861,597 NDVI$

Fig. 8. The relationship between wet biomass (B_w) measured and calculated using equation: $B_w = -59,529 + 1,837E + 1861,597 NDVI$

Indeks ten określa ilość masy roślinnej i jest ściśle związany zarówno z temperaturą roślin, jak i ewapotranspiracją; przedstawiają to rys. 5 i 6.

Po zbadaniu zależności NDVI i ewapotranspiracji postanowiono zanalizować możliwość szacowania wielkości biomasy i LAI na podstawie informacji, jakie można uzyskać ze wszystkich kanałów radiometru AVHRR satelity NOAA. Aby oszacować wielkość LAI, zastosowano funkcję liniową wieloraką, gdzie zmiennymi był indeks zieleni (NDVI) obliczony wzorem (11) oraz ewapotranspiracja oszacowana według wzoru (6), gdzie temperatura roślin (T_s) była rejestrowana przez AVHRR i skorygowana ze względu na wpływ atmosfery (rys. 7). Wielkość LAI jest średnią wartością piksela, przy którym zostały obliczone wartości NDVI oraz ewapotranspiracja (E). Wykres ten przedstawia wyniki z dwóch terminów badań – 23 V i 3 VIII 1990 r. Do oszacowania wielkości biomasy świeżej (B_w) zastosowano również funkcję liniową wieloraką, gdzie zmiennymi były: wskaźnik zieleni NDVI oraz ewapotranspiracja (E) (rys. 8). Również biomasa (B_w) reprezentuje średnią wartość piksela, przy którym został obliczony indeks zieleni NDVI oraz ewapotranspiracja (E).

Wnioski

Z dużą dokładnością określono ewapotranspirację aktualną stosując metodę bilansu cieplnego, z wykorzystaniem temperatury radiacyjnej roślin, mierzonej przez radiometr AVHRR satelitów meteorologicznych NOAA. Obliczona tą metodą ewapotranspiracja jest wielkością chwilową z danej godziny rejestracji temperatury przez satelitę. Z wartości ewapotranspiracji chwilowej określono ewapotranspirację dobową. Wilgotność gleby w strefie korzeniowej roślin została obliczona w funkcji tzw. wskaźnika uwilgotnienia, będącego stosunkiem ilości ciepła jawnego do wielkości ewapotranspiracji obliczonej metodą bilansu cieplnego. Wskaźnik ten został zastosowany do określenia wielkości powierzchni projekcyjnej liści (LAI). Powierzchnia projekcyjna liści jest ściśle związana z wielkością biomasy świeżej. Wartości biomasy oraz powierzchni projekcyjnej liści (LAI) zostały określone z dużą dokładnością w funkcji ewapotranspiracji aktualnej, oszacowanej metodą bilansu cieplnego, z zastosowaniem temperatury radiacyjnej mierzonej przez satelitę NOAA oraz wskaźnika zieleni NDVI, obliczonego z wartości promieniowania widzialnego rejestrowanego w kanale 1 i 2 satelity NOAA. Dzięki rejestracji danych z satelity NOAA w Polsce zjawiska szybko zmienne, takie jak ewapotranspiracja i wilgotność gleby mogą być określane z dużą częstotliwością i na dużych obszarach i wykorzystywane do prognozowania plonów.

Podziękowanie

Dziękuję kolegom z OPOLIS za pomoc w zbieraniu materiałów do artykułu, pracownikom Akademii Rolniczej w Poznaniu za dane agrometeorologiczne, a pracownikom Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Krakowie za rejestrację danych satelity NOAA.

Literatura

- Dąbrowska-Zielińska K., 1987, *Inferring evapotranspiration from remotely sensed thermal radiation data*. Praca doktorska w Australian National University, Canberra.
- Dalu G., Liberti G. L., 1987, *Validation problems for remotely sensed sea surface temperature*. IV Congresso del Gruppo Nazionale per Fisica dell'atmosfera dell'oceano, June 22–24 1987, Rome.
- Jackson R. D., Moran M. S., Gay L. W., Raymond L. E., 1987, *Evaluating evaporation from field crops using airborne radiometry and ground based meteorological data*. Irrigation Science, t. 8.
- Lettau H. H., 1962, *Notes on theoretical models of profile structure in the diabatic surface layer. Studies of the three dimensional structure of the planetary boundary layer*. Univ. Wisconsin, Dept. Meteorol., Madison.
- Monteith J. L., 1973, *Principles of environmental physics*. London, E. Arnold.
- Price J. C., 1985, *On the analysis of thermal infrared imagery: the limited utility of apparent thermal inertia*. Remote Sensing Environment, nr 18.

Summary

The paper presents the method of energy budget for deriving evapotranspiration. The sensible heat being one of the component of energy budget equation depends on radiative temperature of vegetation. This temperature was measured by Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) of the meteorological satellite NOAA and was corrected for atmospheric water vapour. The values of calculated evapotranspiration were compared to measured at the study area. Satisfactory results were obtained for the estimates of daily evapotranspiration from instantaneous evapotranspiration and instantaneous and daily net radiation. The ratio of sensible heat to evapotranspiration was introduced as a method for obtaining soil moisture in the root zone of the grass. Values of evapotranspiration and Normalised Vegetation Index (NDVI) calculated using data from channel 1 and 2 of NOAA were good indicators of biomass and Leaf Area Index (LAI) which are related to crop yield.

Zdzisław MIKULSKI

Instytut Nauk Fizycznogeograficznych UW

PRÓBA UPORZĄDKOWANIA I ZDEFINIOWANIA NAZW
OKREŚLAJĄCYCH NAUKI O WODZIE (III)

AN ATTEMPT AT SYSTEMATIZATION AND DEFINITION OF TERMS
USED TO DESCRIBE WATER SCIENCES (III)

Nazwy nauk związanych z prawami mechaniki cieczy (wody)

Nazwy te kształtowały się w rozmaity sposób; niektóre z nich mają już długą tradycję, inne zaś powstały dopiero w XX w. Podstawowa nazwa w tej grupie to *hydromechanika*, znana od XVIII w. jako mechanika cieczy (gr. *mēchanikē* – sztuka budowy maszyn). *Hydromechanika* jako nazwa pojawiła się dopiero w I połowie XX w. i jak pisze Troskołański (1969): „jest nauką o prawach rządzących cieczą w spoczynku i ruchu... jest gałęzią mechaniki, należy zatem do grupy nauk matematyczno-fizycznych, czyli do ścisłych nauk przyrodniczych”. Zwięzła definicja Czembotariewa (1978) brzmi: „hydromechanika – dyscyplina teoretyczna badająca prawa ruchu (hydrodynamika) i równowagi (hydrostatyka) środowisk ciekłych i gazowych (aerodynamika). Pokrewną problematyką zajmuje się też hydraulika”. Niekiedy rozróżnia się *hydromechanikę teoretyczną* i *techniczną (stosowaną)*, choć ta druga jest zazwyczaj utożsamiana z *hydrauliką*.

Działem *hydromechaniki* jest *kinematyka cieczy* (gr. *kinēma*, *kinēmatos* – ruch), zwana też *geometrią ruchu cieczy* (nazwy *hydrokinematyka* nie wprowadzono) – badająca „zjawiska ruchu cieczy w oderwaniu od materii i od sił wywołujących ruch” (Troskołański, 1969).

Starsza (I połowa XVIII w.) jest nazwa *hydrodynamika* (gr. *dynamikós* – mający siłę, silny), stanowiąca jeden z działów *hydromechaniki*; *hydrodynamikę* można wywieść od Daniela Bernoulli’ego (1700–1782), autora podręcznika pod

tym tytułem. Według Troskolańskiego (1969), *hydrodynamika* (czyli dynamika cieczy) „rozpatruje ruchy cieczy z uwzględnieniem wpływu sił działających na jej cząstki... należy do nauk matematyczno-fizycznych, tzn. odtwarza prawa rządzące zjawiskami ruchu cieczy za pomocą wzorów matematycznych”.

Znacznie starsza jest *hydrostatyka* (gr. *statikós* – utrzymujący równowagę), „zajmująca się warunkami równowagi cieczy” (Troskolański, 1969). Jej podstawy dał już *A r c h i m e d e s* (285–212 p.n.e.), natomiast nazwa *hydrostatyka* pojawiła się dopiero w II połowie XVII w. Spotyka się taką ocenę *hydrostatyki*: „jest umiejętnością, która doszła do wysokiego punktu rozwoju, której liczba praw zasadniczych jest bardzo mała, a wyniki zastosowania nader liczne i ważne” (Kucharzewski, Kluger, 1873).

Drugim działem *hydrodynamiki* jest *hydrokinetyka* (gr. *kinētikós* – odnoszący się do ruchu, poruszający), „rozpatrująca ruchy cieczy w zależności od sił na nią działających” (Troskolański, 1969). Nazwy tej nie spotyka się w dawnej literaturze; pojawiła się zapewne dopiero w XX w.

Wcześniej natomiast pojawiła się nazwa *hydraulika* (gr. *aulós* – przewód, rura); jej podstawy dał Ewangelista *T o r r i c e l l i* (1608–1647), ale samą nazwę spotyka się nieco później – do literatury wprowadził ją *R o b e r t B o y l e* (1627–1691) w II połowie XVII w. (Biswas, 1970). Jako ciekawostkę warto podać wyjaśnienie pochodzenia nazwy hydraulika podane przez *K u c h a r z e w s k i e g o i K l u g e r a* (1873): „wyraz hydraulika, pochodzący od greckiego *hydraulis* – woda dźwięcząca, utworzony z *hydor* – woda i *aulis* – flet, oznaczał u starożytnych sztukę budowania organów, które przed wynalezieniem miecha potrzebowały spadku wody do wprowadzenia powietrza w puszczalki dla wydawania dźwięku”. Autorzy nie podają źródeł, skąd zaczerpnęli tę informację.

Potrzebę powstania hydrauliki Troskolański (1969) tłumaczy następująco: „ponieważ opis zjawisk ruchu cieczy rzeczywistych przez wiele lat natrafiał na poważne przeszkody natury matematycznej, a dynamika cieczy doskonałej nie mogła dać odpowiedzi na najbardziej palące zagadnienia praktyki technicznej, przeto z biegiem czasu rozwinęła się półempiryczna nauka, zwana hydrauliką. Stanowi ona zbiór formuł doświadczalnych oraz teorii hydraulicznych, opartych na formułach empirycznych, wziętych za punkt wyjścia lub wtrąconych w tóć rozważań”.

Definicja *hydrauliki* brzmi: „nauka badająca prawa ruchu (hydrodynamika) i równowagi (hydrostatyka) wody, wykorzystująca szeroko teoretyczną pozycję mechaniki i dane eksperymentu. W przeszłości hydraulika miała charakter czysto eksperymentalny i stosowany, w ostatnim okresie jej podstawy teoretyczne zostały znacznie rozwinięte, co sprzyjało jej zbliżeniu do hydromechaniki” (Czebotariew, 1978).

Nazwy określające fizyczne, chemiczne i biologiczne cechy wody

Pierwsza podstawowa nazwa tej grupy to *hydrofizyka* (łac. < gr. *physikē*, od *phýsis* – natura), zwana też *fizyką wody* lub *fizyką hydrosfery*. Pojawiła się u *G ł u s z k o w a* (1915) jako jedna z 3 dyscyplin *hydronomii* (obok *hydromecha-*

niki i hydrochemii). Autor nie daje wszakże definicji *hydrofizyki*; znajdujemy ją dopiero u Czebotariewa (1978) – zresztą w dość szerokim ujęciu: „*Hydrofizyka* – dyscyplina naukowa, ogólnie biorąc, będąca częścią geofizyki, a w zastosowaniu do konkretnych form skupisk wodnych, częścią oceanologii (fizyki morza) lub hydrologii lądowej (fizyki wód śródlądowych). W odniesieniu do zadań hydrologii lądowej hydrofizyka bada fizyczne właściwości wód naturalnych i procesy fizyczne przebiegające w masie wodnej, w każdym stanie skupienia (w tym także w postaci śniegu i lodu). Hydrofizyka rozpatruje: molekularną budowę wody we wszystkich jej 3 stanach skupienia; właściwości fizyko-chemiczne wody, śniegu i lodu (gęstość, sprężystość, lepkość, przewodnictwo cieplne i in.); ich właściwości radiacyjne, elektryczne, radioaktywne i akustyczne, a także procesy przebiegające w zbiornikach – prądy, powstawanie i rozwój fal, transport materiału stałego, nagrzewanie i ochładzanie się zbiorników, parowanie, powstawanie lodu, tajanie śniegu; rozprzestrzenianie się, pochłanianie i rozpraszanie śniegu w wodzie i w zawiesinach”.

Na uwagę zasługuje definicja Winnikowa i Proskuriakowa¹, autorów podręcznika hydrofizyki: „Hydrofizyka stanowi dział geofizyki, bada procesy fizyczne przebiegające w wodnej powłoce Ziemi – hydrosferze. Do problemów ogólnych, którymi się zajmuje, należą: molekularna budowa wody we wszystkich jej stanach skupienia (ciekłym stałym i gazowym); fizyczne właściwości wody, śniegu i lodu – cieplne, radiacyjne, akustyczne, mechaniczne; procesy przebiegające w zbiornikach wodnych – dynamiczne (prądy, falowanie, pływy), termiczne (nagrzewanie i ochładzanie się zbiorników, parowanie i kondensacja, powstawanie i tajanie lodu i śniegu), a także optyczne związane z rozprzestrzenianiem się, pochłanianiem i rozpraszaniem światła w warstwie wody, śniegu i lodu. Hydrofizyka dzieli się na fizykę morza i fizykę wód lądowych. Ta druga bada procesy przebiegające w rzekach, jeziorach, zbiornikach wodnych, wodach podziemnych i innych obiektach wodnych na lądach, a także procesy termiczne i dynamiczne warunkujące zmiany zasobów wilgoci w zlewniach”. Powyższa definicja została częściowo oparta zapewne na definicji Czebotariewa (1978), ale już nieco poprawiona. Niemniej skromny dotychczas rozwój fizyki hydrosfery nie sprzyja utworzeniu jednoznacznej, zwięzłej definicji.

Wśród dyscyplin z zakresu fizyki wody rozwinęła się w I połowie XX w. *hydroakustyka* (gr. *akoustikós* – dotyczący słuchu, słuchowy, od *akoúein* – słyszeć, słuchać), inaczej *akustyka wody*: stanowi ona dział akustyki zajmujący się badaniem dźwięku fal akustycznych rozchodzących się w naturalnych ośrodkach wodnych. Znalazła zastosowanie w rozwoju tzw. hydrolokacji, tj. wykrywania i wyznaczania obiektów znajdujących się w wodzie oraz do konstrukcji echosond – urządzeń do określania głębokości wód morskich i śródlądowych. W literaturze znajdujemy również i taką definicję: „hydroakustyka – dział hydrofizyki zajmujący się wytwarzaniem, rozchodzeniem się i odbiorem dźwięków słyszalnych, ultradźwięków i infradźwięków w środowisku wodnym” (Żmudziński, Pęczalska, 1984).

¹ Winnikow S. D., Proskuriakow B. W., 1988, *Gidrofizika (Fizika wod suszi)*. Leningrad, Gidromietieoizdat.

Równocześnie pojawiła się nazwa *hydrooptyka* (gr. *optikós* – wzrokowy, od *optós* – widziany), inaczej *optyka wody* lub *optyka środowiska wodnego* – „nauka o świetle widzialnym i niewidzialnym w środowisku wodnym, obejmująca przenikanie, pochłanianie, rozpraszanie, odbicie itp. promieniowania świetlnego” (Żmudziński, Pęczalska, 1984).

Nazwy określające chemiczne i biologiczne cechy wody pojawiają się coraz częściej w literaturze hydrologicznej, w związku ze zmianami jakościowymi w środowisku wodnym. Podstawowe są tu dwie nazwy: *hydrochemia* (chemia wody) i *hydrobiologia* (biologia wody).

Hydrochemia (gr. *chymeia*, *chēmeia* – transmutacja, przemiana), zwana u nas często *chemią wody* lub *chemią wód naturalnych*, powstała prawdopodobnie w I połowie XX w. i przechodzi obecnie wyraźny rozwój. Według Czebotariewa (1978) jest to „nauka badająca skład chemiczny naturalnych wód mórz, rzek, jezior, wód podziemnych, jego zmiany w czasie i przestrzeni, we wzajemnym powiązaniu z procesami chemicznymi, fizycznymi i biologicznymi. Hydrochemię można traktować jako dział geochemii i jednocześnie, zależnie od obiektu badań, może ona wchodzić w skład hydrologii lądowej lub hydrologii morza”. Zbliżoną definicję podaje najnowszy słownik hydrochemiczny, wydany pod redakcją A. M. N i k a n o r o w a, dyrektora Instytutu Hydrochemicznego w Rostowie nad Donem (Zenin, Biełousowa, 1988).

Proponuje się następującą definicję *hydrochemii*: „nauka zajmująca się badaniem składu chemicznego wód naturalnych oraz dynamiki procesów chemicznych zachodzących w hydrosferze; stanowi część obszerniejszej nauki o chemizmie powłoki ziemskiej – geochemii, a zarazem jest częścią zespołu dyscyplin o hydrosferze – hydrologii”. Hydrochemia rozwinęła się jako dyscyplina pomocnicza hydrobiologii, z uwagi na duże znaczenie warunków hydrochemicznych dla życia organizmów wodnych. Współcześnie hydrochemia ma podstawowe znaczenie w ocenie jakości i czystości wód.

W związku ze wzrastającym wykorzystaniem wód podziemnych rozwinęła się ostatnio *hydrogeochemia*, jako część *hydrogeologii* – dyscypliny geologicznej. Tak więc, niezależnie od *hydrochemii*, powstała w II połowie XX w. nowa dyscyplina *hydrogeochemia* – „dział hydrogeologii badający skład chemiczny hydrosfery podziemnej i przebiegające w niej procesy geochemiczne (kształtowanie się składu chemicznego wód podziemnych i prawidłowości migracji w nich elementów chemicznych” (Zenin, Biełousowa, 1988). Według M a c i o s z c z y k o w e j²: „hydrogeochemia – nauka zajmująca się chemizmem wód podziemnych i jego genezą oraz możliwościami wykorzystania wód podziemnych w aspekcie ich składu chemicznego”. Z kolei *Międzynarodowy słownik hydrologiczny* podaje także definicję hydrogeochemii (mimo braku hasła *hydrochemia*): „nauka zajmująca się problemami składu chemicznego wód naturalnych, jego zmianami i przyczynami tych zmian (*International Glossary...*, 1974).

Hydrobiologia (gr. *bios* – życie), zwana też *biologią wody* lub *biologią wód*

² M a c i o s z c z y k A., 1987, *Hydrogeochemia*. Warszawa, Wyd. Geol.

naturalnych albo *biologią środowiska wodnego*; dawniej nazywana *limnologią* (gr. *limnē* – jezioro), jako nazwą równoważną z *hydrobiologią*. W Polsce mówi się najczęściej, iż jest to nauka o życiu organizmów wodnych lub nauka badająca życie w środowisku wodnym. Hydrobiologia pojawiła się w końcu XIX w.; za jej pioniera uważa się szwajcarskiego lekarza-przyrodnika F. A. F o r e l a (1841–1912), badacza Lemanu (Jeziora Genewskiego). Pierwszym dziełem polskim pod tym tytułem była *Hydrobiologia ogólna* A. L i t y ń s k i e g o, wydana w 1952 r. Według Czebotariewa (1978) jest to „nauka badająca organizmy wodne i warunki ich bytowania we wzajemnej zależności z otaczającym środowiskiem, występującym w formie zbiornika wodnego (cieku), ze wszystkimi właściwościami i warunkami fizyczno-chemicznymi jego podłoża, wody i zlewni, a także uwzględniając obecność innych organizmów”. Nieco inną definicję podaje radziecki słownik hydrochemiczny: „nauka badająca życie w wodzie, zwierzęce i roślinne organizmy wodne i procesy biologiczne przebiegające w ciekach i zbiornikach wodnych, w całej ich złożoności, wzajemnym uwarunkowaniu i jedności z warunkami bytowania” (Zenin, Biełouso-wa, 1988). Ciekawą definicję podają Ż m u d z i ń s k i i P ę c z a l s k a (1984): „hydrobiologia, biologia środowiska wodnego – kompleksowa nauka o biologicznej produktywności wód i roli organizmów w przetwarzaniu substancji i energii w środowisku wodnym”. Ci sami autorzy przytaczają też mało spotykaną nazwę „hydrobionomia – nauka o przemianie materii i energii w środowisku wodnym oraz o zależnościach pomiędzy biocenozą a biotopem w ekosystemach wodnych”.

Hydrobotanika (gr. *botanikōs* – zielarski, od *botánē* – pastwisko, ziele), *botanika wodna* lub *botanika środowiska wodnego* – „dział hydrobiologii zajmujący się światem roślinnym wszelkich biotopów wodnych” (Żmudziński, Pęczalska, 1984). Nazwa *hydrobotanika* ma już sporą tradycję, bodajże wcześniejszą od *hydrobiologii*. Warto wspomnieć, iż już w 1955 r. ukazało się w Berlinie dzieło z zakresu hydrobotaniki³, a i polska literatura doczekała się także odpowiedniej pozycji⁴.

Hydrozoologia (gr. *dzōion, dzōon* – stworzenie, istota, zwierzę), *zoologia wodna* lub *zoologia środowisk wodnych*, „dział hydrobiologii zajmujący się światem zwierzęcym wszelkich biotopów wodnych” (Żmudziński, Pęczalska, 1984). Nazwa rzadko używana – najczęściej w tym przypadku stosuje się zwykle nazwę *hydrobiologia*.

Spróbujmy teraz zestawić omówione nazwy w sposób uporządkowany.

Hydromechanika (I poł. XX w.), *mechanika cieczy* (II poł. XVIII)

– *hydromechanika teoretyczna (matematyczna, racjonalna)* (XX w.)

– *hydromechanika techniczna (stosowana)* (XX w.)

– *kinematyka cieczy (hydrokinematyka)* (XX w.), *geometria ruchu cieczy* (II poł. XX w.)

– *hydrodynamika* (Bernoulli, 1738), *dynamika cieczy* (II poł. XVIII w.)

³G e s s n e r F., 1955, *Hydrobotanik*, Bd 1/2. Berlin, Deutscher Verlag der Wissenschaften.

⁴P o d b i e l k o w s k i Z., T o m a s z e w i c z H., 1979, *Zarys hydrobotaniki*. Wyd. 1, Warszawa; wyd. 2, 1982, PWN.

- *hydrostatyka* (II poł. XVII w.)
- *hydrokinetyka* (XX w.)
- *hydraulika* (II poł. XVII w.)
- Hydrofizyka* (Głuszkow, 1915), *fizyka wody (fizyka hydrosfery)* (I poł. XX w.)
 - *hydroakustyka* (I poł. XX w.)
 - *hydrooptyka* (I poł. XX w.)
- Hydrochemia* (Głuszkow, 1915), *chemia wody (chemia wód naturalnych)* (I poł. XX w.)
 - *hydrogeochemia* (II poł. XX w.)
- Hydrobiologia* (II poł. XIX w.), *biologia wody (biologia wód naturalnych, biologia środowiska wodnego)* (XX w.)
 - *hydrobionomia* (II poł. XX w.)
 - *hydrobotanika* (I poł. XX w.), *botanika wodna (botanika środowiska wodnego)* (I poł. XX w.)
 - *hydrozoologia* (I poł. XX w.), *zoologia wodna (zoologia środowiska wodnego)* (XX w.)

Nazwy różne

W tej grupie zajęto się nazwami, których nie udało się zaliczyć do żadnej z poprzednich grup; jest ona otwarta dla tych nazw, które mogą powstawać w przyszłości.

Paleohydrologia (gr. *paleiós* – stary, dawny) – nauka badająca i odtwarzająca warunki wodne w ubiegłych epokach geologicznych; powstała niedawno – brak takiego hasła w słownikach i encyklopediach. Według *L a m b o r a* (1969) *paleohydrologia* „jest to hydrologia obszarów w okresie przedhistorycznym i historycznym, bilans wodny pierwotny i sekularne zmiany zachodzące w hydrosferze”. *Czebotariew* (1978) podaje inną definicję: „dział paleogeografii zajmujący się wyjaśnianiem charakteru sieci hydrograficznej, istniejącej w minionych epokach geologicznych (głównie w okresie czwartorzędu), jej zmianami w czasie i przyczynami tych zmian”. Podaje również definicję *paleoklimatologii*: „dział paleogeografii zajmujący się wyjaśnianiem i objaśnianiem zmian klimatu Ziemi w epokach geologicznych i historycznych”.

Hydronimia (gr. *ónyma* – imię), inaczej *nazewnictwo wodne*; nazwa powstała w I połowie XX w. „jest to dział toponimii (toponomastyki) zajmującej się nazewnictwem geograficznym i wchodzącej w skład onomastyki (nazewnictwa)”. *Hydronimia* rozwinęła się w Polsce w II połowie XX w., dzięki pracom Komitetu Językoznawstwa PAN; opublikowano już zestawy nazw wodnych ważniejszych dorzeczy, stanowiące główne źródło nazewnictwa obiektów wodnych w Polsce. Ostatnio rozwija się hydronimia słowiańska i hydronimia europejska.

W przedstawionym cyklu artykułów podjęto pierwszą w Polsce próbę pełnej systematyzacji nazw określających nauki o wodzie oraz przedstawiono istniejące wybrane definicje tych nazw, podając w niektórych przypadkach własne propozycje.

Cykl artykułów ma charakter dyskusyjny i, może być, przyczyni się do uporządkowania nazw hydrologicznych; w przyszłości mógłby to być początek polskiego słownika hydrologicznego.

Maszynopis wpłynął do Redakcji 24 VII 1991 r.

L i t e r a t u r a

(Dotyczy całego cyklu artykułów)

- B i s w a s A. K., 1970, *History of hydrology*. Amsterdam—London, North—Holland; oraz przekład polski: B i s w a s A. K., 1978, *Historia hydrologii*. Warszawa, PWN.
- C h o w V. T. (red.), 1964, *Handbook of applied hydrology*. New York—London, McGraw—Hill Book Co.
- C z e b o t a r i e w A. I., 1978, *Gidrologiczeskij słowar*. Leningrad, Gidromietieoizdat.
- D ę b s k i K., 1949, *Systematyka hydrologii*. Prz. Met. i Hydr., t. 2, nr 1—4.
- Glacjologiczeskij słowar*, 1984. Pod redakcją B. M. K o t l a k o w a. Leningrad, Gidromietieoizdat.
- G ł u s z k o w W. G., 1915, *Gidrologia*. Gidrologiczeskij Wiestnik, nr 1.
- International Glossary of Hydrology*, 1974, UNESCO/WMO, WMO nr 385, Geneva, WMO.
- K u c h a r z e w s k i F., K l u g e r W., 1873, *Wykład hydrauliki wraz z teorią machin wodnych*. Paryż, Nakładem właściciela Biblioteki Kórnickiej.
- L a m b o r J., 1969, *Systematyka i nomenklatura dyscyplin hydrologicznych*. Wiad. Sł. Hydr. Met., t. 5, nr 3.
- L i e b s c h e r H.—J. (red.), 1990, *Lehrbuch der Hydrologie*, Bd 1. *Allgemeine Hydrologie — Quantitative Hydrologie*. Stuttgart, Gebrüder Bornträger Berlin.
- M i k u l s k i Z., 1991, *O początkach nazwy „hydrologia” i nauk pochodnych*. Prz. Geof., t. 36, nr 2.
- P i e t k i e w i c z S., Ż m u d a S., 1973, *Słownik pojęć geograficznych*. Warszawa, Wiedza Powszechna.
- S o c z y Ń s k a U. (red.), 1990, *Podstawy hydrologii dynamicznej*. Warszawa, Wyd. UW.
- S t a m p L. D. (red.), 1962, *A glossary of geographical terms*. London, Longmans.
- T r o s k o l a Ń s k i A. T., 1969, *Hydromechanika*. Wyd. 3. Warszawa, WNT.
- Y e v j e v i c h V., 1966, *Terminology used for various aspects or subdivisions of hydrology*. Fort Collins, Univ. of Colorado.
- Z e n i n A. A., B i e ł o u s o w a N. W., 1988, *Gidrohichimiczeskij słowar*. Leningrad, Gidromietieoizdat.
- Ż m u d z i Ń s k i L., P ę c z a l s k a A., 1984, *Słownik hydrobiologiczny*. Warszawa, PWN.

S u m m a r y

The last article in the cycle deals with the remaining three groups of terms. The first contains the terms related to the laws of fluid (water) mechanics; they usually have a long tradition, going sometimes back to the XVII century (e.g. *hydrostatics*, *hydrodynamics*, *hydraulics*). The second group gathers terms used to define physical, chemical and biological properties of water: *hydrophysics*, *hydrochemistry*, *hydrobiology*, and their derivatives. The last group contains terms which have not fitted any of the former groups, namely *paleohydrology* and *hydronomy* (terms related to water).

The whole cycle of articles is the first in Poland attempt at making a full systematization of terms used in water sciences; selected existing definitions are presented and new suggestions are made in some cases. The cycle gives grounds for discussion and will perhaps contribute to making an order in hydrological terms; in the future it might be used as the origin of a Polish hydrological dictionary.

MATERIAŁY DO DZIEJÓW GEOFIZYKI

Zdzisław MIKULSKI

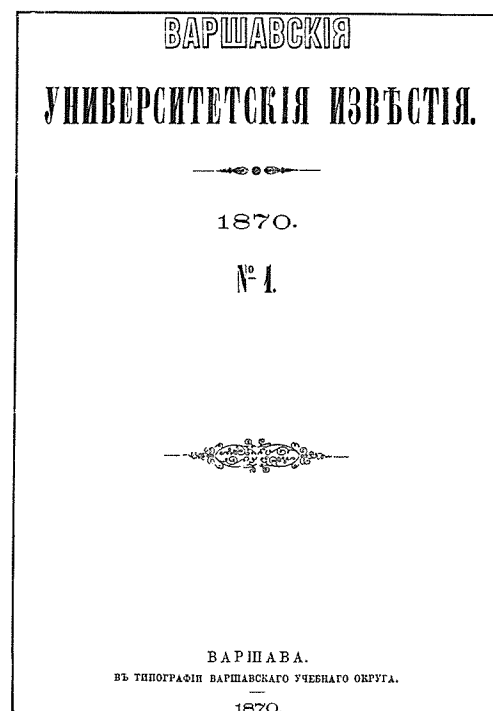
Instytut Nauk Fizycznogeograficznych UW

WYBRANE ZAGADNIENIA NAUK O ZIEMI
W CESARSKIM UNIWERSYTECIE WARSZAWSKIM (1869–1917)
(Z DZIEJÓW NAUK O ZIEMI W UNIWERSYTECIE WARSZAWSKIM – XI)

SELECTED PROBLEMS OF EARTH SCIENCES
AT THE EMPEROR'S UNIVERSITY OF WARSAW (1869–1917)
(FROM THE HISTORY OF THE EARTH SCIENCES
IN THE UNIVERSITY OF WARSAW – XI)

Działalność Cesarskiego Uniwersytetu Warszawskiego (Impieratorskij Warszawskij Uniwersitet), powstałego w 1869 r. z przekształcenia Szkoły Głównej (1862–1869), w zakresie nauk o Ziemi, została opisana w drugim artykule naszego cyklu (Wójcik, 1988). Pewne uzupełnienia znalazły się w artykule czwartym – w zakresie klimatologii i meteorologii (Kaczorowska, Kossowska-Cezak, 1988), hydrologii w artykule piątym (Mikulski, 1989) i geologii w artykule szóstym (Kowalski, Pelc, 1989). Materiał ten wymaga wszakże dalszych uzupełnień i poprawek. Nauki o Ziemi znalazły się tu na Wydziale Fizyczno-Matematycznym (a nie Matematyczno-Fizycznym, jak podawaliśmy poprzednio), zarówno na Oddziale Nauk Matematycznych (geodezja, geografia fizyczna, meteorologia, hydrodynamika), jak i na Oddziale Nauk Przyrodniczych (geologia i paleontologia, mineralogia i petrografia). Wszakże, poza szeroko pojętymi naukami geologicznymi, zajęcia z innych nauk o Ziemi nie były prowadzone systematycznie, głównie z braku odpowiedniej kadry.

Wiele szczegółowych informacji zawiera oficjalne wydawnictwo *Warszawskie Wiadomości Uniwersyteckie (Warszawskija Uniwersitietskija Izwiestija)* wydawane już poczynając od 1870 r. (rys. 1), początkowo w liczbie 6 numerów, a od 1884 r. 9 numerów rocznie. Podawano w nich sprawozdania z posiedzeń tzw. Rady Uniwersytetu (spełniającej funkcje Senatu), wybrane sprawozdania merytoryczne i ważniejsze prace naukowe (zatwierdzone do druku przez Radę Uniwersytetu).



Rys. 1. Strona tytułowa pierwszego numeru *Warszawskich Wiadomości Uniwersyteckich* z 1870 r.

Fig. 1. Front page of the first issue of *Warsaw University News* of 1870

Izwiestija podawały systematycznie wyniki obserwacji klimatologicznych z Obserwatorium Astronomicznego w Warszawie. Tak np. na pierwszym posiedzeniu Rady 4 X 1869 r. przedstawiono nazwiska wykładowców Szkoły Głównej, którzy weszli w skład Uniwersytetu. Wśród nich na Wydziale Fizyczno-Matematycznym znaleźli się m.in.: prof. Tytus B a b c z y ń s k i (1830–1910) w Katedrze Mechaniki, prof. Stanisław P r z y s t a ń s k i (1820–1887) w Katedrze Fizyki, prof. Karol J u r k i e w i c z (1822–1908) w Katedrze Mineralogii. Wszyscy zatwierdzeni na tym Wydziale profesorowie Szkoły Głównej byli absolwentami uniwersytetu w Petersburgu.

Warto zapewne przytoczyć niektóre fakty i sprawy dotyczące nauk o Ziemi, którymi zajmowała się Rada Uniwersytetu. Na szczególną uwagę zasługuje fakt zajęcia się w jesieni 1876 r. sprawą głośniejszą wówczas w Europie Środkowej, a zwłaszcza w Austrii, hipotezy Gustawa v o n W e x a o zmniejszaniu się zasobów wodnych źródeł i rzek.¹ Wiedeńska Akademia Nauk pismem z dnia 30 I 1875 r. przekazała Cesarskiej Akademii Nauk w Petersburgu stanowisko specjalnej komisji zajmującej się tą hipotezą. Akademia Nauk w Petersburgu, uznając wagę problemu,

¹ *Ueber die Wasserabnahme in den Quellen, Flüssen und Strömen bei gleichzeitiger Steigerung der Hochwasser in Kulturländer.* Zeitschr. d. Oest. Ing. u. Arch. Verein, Wien 1873.

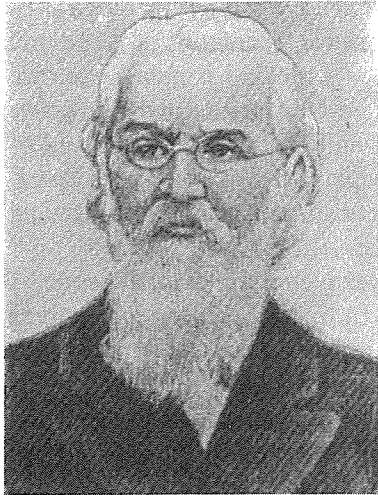
poleciła komisji składającej się z akademików G.P. H e l m e r s e n a (geologa) i H. W i l d a (meteorologa) opracowanie raportu w tej sprawie. Konferencja Akademii przyjęła na posiedzeniu 27 I 1876 r. zawarte w raporcie² wnioski i uznała za celowe przekazanie raportu uniwersytetom w Rosji, w tym także Uniwersytetowi Warszawskiemu. Rada Uniwersytetu Warszawskiego na posiedzeniu 18 X 1876 r. ustosunkowała się do raportu Heltersena i Wilda i przekazała go Wydziałowi Fizyczno-Matematycznemu w celu zajęcia stanowiska. Niestety stanowiska Wydziału w tej sprawie nie udało się znaleźć w dostępnych źródłach.

Poczesne miejsce w Oddziale Nauk Matematycznych zajmowała geodezja powiązana z astronomią. Warto przeto uzupełnić tu informacje podane przez W ó j c i k a (1988). Z chwilą powstania Uniwersytetu powołano Katedrę Astronomii i Geodezji, którą już w listopadzie 1869 r. objął Iwan Anatoliewicz W o s t o k o w (1840–1898), zajmując równocześnie stanowisko dyrektora Obserwatorium Astronomicznego w Warszawie. Geodezja znajduje się w spisie wykładów w roku akademickim 1876/77, a studentów zapoznawano głównie z konstrukcją i stosowaniem przyrządów geodezyjnych w pracach badawczych; wówczas Wostokow kierował Gabinetem Geodezyjnym. W niektórych latach zajęcia z geodezji nie były prowadzone, ze względu na słaby stan zdrowia i wyjazdy profesora na kurację do Algerii (Rybka, 1983). Tak np. w roku akademickim 1880/81 objął zastępstwo wykładów Anton Karłowicz T r e u³, absolwent Uniwersytetu Warszawskiego (zmarł w 1882 r.). Już w roku akademickim 1882/83 do wykładów powrócił Wostokow, wówczas „kierownik Katedry Geodezji i Obserwatorium Astronomicznego i Meteorologicznego” (zarazem dziekan Wydziału Fizyczno-Matematycznego). Ta nazwa pojawia się również w roku akademickim 1886/87. Trzeba przyznać, iż Wostokow wiele zdziałał dla przebudowy Obserwatorium, które zresztą powstało z inicjatywy Uniwersytetu i od 1873 r. zostało mu ponownie podporządkowane organizacyjnie. W roku akademickim 1885/86 przy egzaminach z geodezji asystował Wostokowowi prof. Tytus Babczyński, fizyk i matematyk (kierownik Katedry Mechaniki), który na Oddziale Nauk Matematycznych wykładał wówczas mechanikę (analityczną i praktyczną) oraz specjalny kurs hydrodynamiki.

Wprowadzony w roku akademickim 1879/80 kurs geografii fizycznej podlegał Gabinetowi Fizyki, a wykłady prowadził kierownik tego Gabinetu. Kurs był przeto zbliżony raczej do przedmiotu geofizyki ogólnej, a pierwszy wykładowca Nikołaj Grigoriewicz J e g o r o w (1849–1919) miał takie właśnie zainteresowania (rys. 2). Między innymi prowadził np. w 1881 r. spektralne badania atmosfery ziemskiej, a stopień naukowy doktora fizyki uzyskał za pracę pt. *Atmosferyczne linie spektrum słonecznego*. Nic przeto dziwnego, że na posiedzeniu Rady w dniu 16 VI 1982 r. rozpatrzono przyjęte przez Wydział Fizyczno-Matematyczny sprawozdanie komisji (prof. prof. I. A. Wostokow, M. Ganin, N. G. Jegorow i A. E. Lagorio), dotyczące ustanowienia stopnia magistra geofizyki. W stanowisku komisji zawarto stwier-

² G e l m e r s e n G. P., W i l d G.: *Doniesienije kommissii razsmatrujuuszczej raport G. Weksa ob umienschzeniju wody w istocznikach i riekach*. S.-Pietiersburg 1876.

³ W tekście Wójcika podano nazwisko Trej, co wynika z transliteracji z rosyjskiego (przyp. Z.M.).



Rys. 2. Nikołał Grigoriewicz Jegorow (1849–1919), profesor fizyki, kierownik Katedry Fizyki Cesarskiego Uniwersytetu Warszawskiego w latach 1879–1884

Fig. 2. Nikolay Grigorevich Yegorov (1849–1919), professor of physics, head of the Chair of Physics, Emperor's Warsaw University, in the years 1879–1881

dzenie, iż ustanowienie stopnia naukowego magistra geofizyki jest niezbędne dla kształcenia dobrze przygotowanych przyrodników. Kształcenie to nie wymaga ustanowienia odpowiedniej katedry, gdyż zapewnia je istniejąca w uniwersytecie Katedra Geografii Fizycznej, obsługiwana – jak wspomniano uprzednio – przez fizyka. Rada Uniwersytetu, uwzględniając stanowisko Wydziału Fizyczno-Matematycznego, przekazała je kuratorowi Okręgu Szkolnego Warszawskiego. Niestety, w dostępnych materiałach brak stanowiska władz w tej sprawie. Należy przypuszczać, iż propozycja Wydziału nie wzbudziła zastrzeżeń.

W tym samym roku Rada Uniwersytetu, na posiedzeniu w dniu 10 VI 1882 r., rozpatrywała celowość udziału w Międzynarodowym Roku Polarnym (1882–1883). Z apelem o szeroki udział uczonych w tym przedsięwzięciu zwróciło się Rosyjskie Towarzystwo Geograficzne, które podjęło się swego rodzaju koordynacji poczyniłań w tym zakresie na terenie całej Rosji. Chodziło tu o podjęcie specjalnych obserwacji w zakresie magnetyzmu ziemskiego i elektryczności atmosferycznej na stacjach leżących w szerokim pasie wokół bieguna północnego, poczynając od szerokości umiarkowanych. Towarzystwo zaapelowało do Ministerstwa Oświaty o zalecenie uniwersytetom rosyjskim podjęcia organizowania międzynarodowych stacji polarnych. Cesarska Akademia Nauk w Petersburgu uznała to przedsięwzięcie za niezwykle ważne dla rozwoju nauki i włączyła się do tej akcji. Minister Oświaty (pismem z dnia 21 IV 1882 r.) uznał za celowe możliwie szerokie włączenie się Uniwersytetu Warszawskiego, dostarczając przy tym sprawozdanie Międzynarodowej Konferencji Polarnej, odbywającej się w Petersburgu, wraz z programem obserwacji. Sprawą tą zajął się Wydział Fizyczno-Matematyczny polecając organizację obserwacji prof. Jegorowowi z Katedry Fizyki oraz docentowi tejże katedry Aleksemu Pietrowiczowi Sokolowowi (1854–1928). Koszt oceniono na 2000 rubli, w którym znalazły się wydatki na zakup niezbędnych instrumentów oraz na przygotowanie specjalnego pomieszczenia w piwnicach północno-zachodniej strony biblioteki, mieszczącej się wówczas w Pałacu Kazimierzowskim. Przewidy-

ОБЪЯВЛЕНИЯ:

**Отъ Редакціи Варшавскихъ Университетскихъ
Извѣстій:**

Въ 1886 году, Варшавскіи Университетскія Извѣстія будутъ выходить девять разъ въ годъ по одному выпуску въ каждый учебный мѣсяць, объемомъ отъ 8—10 печатныхъ листовъ.
Цѣна 5 руб. съ пересылкою. Подписныя деньги должны быть посылаемы въ Правленіе Императорскаго Варшавскаго Университета.

**ОТЪ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ КОМИССІИ
ИМПЕРАТОРСКАГО
РУССКАГО ГЕОГРАФИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.**

Жары и засухи лѣта нынѣшняго 1885 года, заслуживаютъ особеннаго вниманія и весьма желательно собрать свѣдѣнія о сопровождавшихъ ихъ явленіяхъ, пока воспоминаніе о нихъ сохранилось въ памяти. Особенно важны свѣдѣнія объ уменьшеніи стоячихъ и текущихъ водъ. Метеорологическая Комиссія Императорскаго Русскаго Географическаго общества, желая подробно изучить эти явленія, проситъ доставить ей свѣдѣнія по одному или нѣсколькимъ изъ слѣдующихъ пунктовъ: 1) Было ли замѣчено уменьшеніе воды въ рѣкахъ, пострадали ли отъ него судоходство и сплавъ и когда именно; 2) Было ли уменьшеніе воды въ источникахъ (родникахъ), не высыхали ли вѣе совершенно; не было ли разницы между родниками вытекающими изъ поля и лѣса; 3) Было ли замѣчено высыханіе болотъ или значительное уменьшеніе ихъ пространства; 4) Было ли замѣчено высыханіе озеръ или уменьшеніе воды въ нихъ; если последнее, то нельзя ли опредѣлить приблизительно сколько десятины, обыкновенно находящейся подъ водой, нынѣ не были покрыты ею, или хотя бы приблизительно разстояніе отъ берега озера при обыкновенныхъ условіяхъ и въ нынѣшнее лѣто; 5) Не высыхали ли колодцы или не было ли въ нихъ большаго уменьшенія уровня воды; 6) Не предшествовалъ ли засухѣ лѣта малый весенній разливъ рѣкъ и рѣчекъ; не пострадали ли отъ этого поемные луга. Кроме того, очень желательно сравнить засуху нынѣшняго лѣта съ предшествовавшими, особенно 1882 года, а также 1883 года.

Свѣдѣнія проситъ присылать по слѣдующему адресу: Петербургъ, въ Императорское Русское Географическое Общество, въ Метеорологическую Комиссію.

Rys. 3. Apel Komisji Meteorologicznej Rosyjskiego Towarzystwa Geograficznego z 1885 r. w sprawie badań zjawisk suszy i zmniejszenia się zasobów wodnych

Fig. 3. Appeal of the Meteorological Commission, Russian Geographical Society, of 1885 for the study of the phenomena: drought and decrease of water resources

wano, iż wspomniane obserwacje mogłyby rozpocząć się z dniem 1 IX 1882 r. W wyniku dyskusji ustalono, aby poinformować kuratora Okręgu Szkolnego o gotowości włączenia się do akcji obserwacji i prosić o poparcie w uzyskaniu niezbędnych funduszy na ten cel. Niestety w dostępnych źródłach brak potwierdzenia o podjęciu badań.

Warto tu nadmienić, iż Komisja Meteorologiczna Rosyjskiego Towarzystwa Geograficznego, która zapewne zajmowała się Międzynarodowym Rokiem Polarnym, powstała w 1870 r. z inicjatywy A. I. W o j e j k o w a. Komisja podjęła się m.in. zorganizowania w 1885 r. szerokich badań zjawiska suszy i jej wpływu na zmniejszanie się zasobów wodnych na terenie Rosji. Apel Komisji zamieściły *Izwiestija* w nr 9 z 1885 r. (rys. 3).

Cesarski Uniwersytet Warszawski, oprócz wspomnianych *Izwiestii*, wydawał też podręczniki i prace naukowe (w języku rosyjskim). Niestety z zakresu nauk o Ziemi

w zasadzie brak takich wydawnictw. Jedyna pozycja to monografia rosyjskiej geografii historycznej, której autorem był prof. N. P. B a r s o w, historyk, kierownik biblioteki uniwersyteckiej⁴. Było to drugie wydanie (poprawione i uzupełnione) jego dysertacji uniwersyteckiej sprzed 10 laty, wydanej wówczas w niewielkim nakładzie.

W roku akademickim 1883/84 zajmowano się sprawą ewentualnego powołania w Uniwersytecie Warszawskim Katedry Geografii. Kurator Okręgu Szkolnego Warszawskiego powiadomił (20 VII 1882 r.) o koncepcji powołania Katedry Geografii w Uniwersytecie Noworosyjskim w Odessie. Była to bodajże pierwsza w Cesarstwie Rosyjskim propozycja uruchomienia takiej katedry, a tym samym uznania geografii jako pełnoprawnej nauki wśród innych nauk uniwersyteckich. Propozycja Uniwersytetu w Odessie trafiła do Ministerstwa Oświaty jako stanowisko specjalnej komisji powołanej w tej sprawie przez Odeski Okręg Szkolny. Stanowisko komisji przedstawiało, co następuje:

1) Katedra Geografii nie powinna się znaleźć ani na Wydziale Historyczno-Filologicznym, ani na Fizyczno-Matematycznym, lecz powinna istnieć samodzielnie.
2) W składzie katedry powinny się znaleźć następujące nauki (a w niektórych przypadkach przedmioty wykładów): a) geografia fizyczna ogólna, tj. oro- i hydrografia, klimatologia, kartografia, kosmologia i historia geografii fizycznej ogólnej; b) geografia historyczna, c) etnografia.

3) Obsadzenie katedry geografii jest uwarunkowane osiągnięciem przez kandydata stopnia naukowego magistra i doktora geografii w jednym z uniwersytetów rosyjskich.

4) W celu ubiegania się o stopień naukowy dopuszcza się zarówno kandydatów wydziałów historyczno-filologicznych, jak i fizyczno-matematycznych, przy czym powinni oni zdać egzamin ustny na jednym z wydziałów – odpowiednio do natury przedmiotu, a mianowicie: w fizyczno-matematycznym – z geografii fizycznej ogólnej, a w historyczno-filologicznym – z etnografii; przede wszystkim przedstawić i obronić dysertację. Nie było to wszakże jednomyślne stanowisko komisji.

Kurator przedstawił ten materiał Radzie Uniwersytetu Warszawskiego do wiadomości, w następstwie propozycji cesarskiej z 12 VII 1883 r., w celu uzyskania stanowiska Rady w tej sprawie, w przypadku organizacji Katedry Geografii przy Uniwersytecie Warszawskim. Rada Uniwersytetu powołała (8 XI 1883 r.) komisję złożoną z przedstawicieli wydziałów: Historyczno-Filologicznego (A. N i k i c k i j, A. P a w i n s k i j, N. B a r s o w) i Fizyczno-Matematycznego (N. J e g o r o w, A. L a g o r i o, I. W o s t o k o w); przewodniczącym wybrano dziekana Wydziału Historyczno-Filologicznego A. Nikickiego.

Komisja przedstawiła wyczerpujące stanowisko na posiedzenie Rady 18 IX 1884 r., przy czym poddano pod dyskusję dwa problemy:

1) wprowadzenie geografii jako przedmiotu wykładów uniwersyteckich należy uznać za potrzebne i niezbędne;

⁴ *Oczerki russkoj istoriczeskoj gieografii. Gieografia naczalnoj (niestorowoj) letopisy. Izsledowanie N. P. Barsowa.* Warszawa 1885.

2) w przypadku zatwierdzenia należy realizować projekt nowej katedry geografii.

Komisja uznała przy tym za celowe starania Uniwersytetu Noworosyjskiego w tym zakresie. Zwrócono uwagę, iż w ostatnich dziesiątkach lat geografia poczyniła ogromne postępy; tyczy się to przede wszystkim nowych odkryć i podróży, zdobywania bogatych materiałów naukowych. We Francji i w Niemczech powstaje coraz więcej katedr geografii w uniwersytetach i innych uczelniach, ukazują się wydawnictwa geograficzne; obserwuje się znaczny postęp geografii również w Rosji. Powstanie katedr geografii poprawi w sposób istotny kształcenie kadr nauczycielskich dla szkół podstawowych i średnich, wreszcie wpłynie na rozszerzenie światopoglądu studentów różnych wydziałów. Komisja jest zdania, iż organizacja katedry geografii to obecnie niezwykle ważne zadanie w działalności Uniwersytetu, zarówno od strony teoretycznej, jak i praktycznej. Co się tyczy umiejscowienia katedry w strukturze uniwersyteckiej, to większość argumentów przemawia za Wydziałem Historyczno-Filologicznym, choć nie można zapominać i o jej silnych związkach z naukami przyrodniczymi. Geografia powinna przeto obejmować: a) geografję w szerokim znaczeniu tego pojęcia, b) hydrografię, c) atmosferologię, tj. meteorologię i klimatologię, d) naukę o geograficznym rozmieszczeniu roślin i zwierząt oraz antropogeografię, e) etnografię i geografję polityczną. Co się tyczy zaś zakresu egzaminu na stopień magistra geografii, to powinien on obejmować przedmioty — główne: 1) geografję fizyczną z nauką o formach geologicznych, 2) etnografię i geografję polityczną; — drugorzędne: 1) historię Europy i Azji Zachodniej, ze zwróceniem szczególnej uwagi na historię narodów słowiańskich, 2) historię geografii fizycznej ogólnej, 3) kartografię.

Wnioski komisji zatwierdzono, wystąpiono do Ministra Oświaty o powołanie na Uniwersytecie Warszawskim Katedry Geografii i Etnografii.

Na posiedzeniu Rady Uniwersytetu (5 II 1885 r.) zostało przedstawione pismo Kuratora Okręgu Szkolnego Warszawskiego z dnia 31 XII 1884 r. zawiadamiające, iż „Minister Oświaty nie widzi przeszkód w powołaniu w Uniwersytecie Warszawskim katedry geografii i etnografii, jeśli wydatki zostaną pokryte ze środków specjalnych”⁵. Do powołania katedry jednak nie doszło, a istniejąca przy Wydziale Fizyczno-Matematycznym Katedra Geografii Fizycznej wciąż napotykała na trudności kadrowe, powodujące przerwy w jej działaniu poczynając od roku akademickiego 1885/86 i praktycznie została w 1901 r. zawieszona⁶.

Izwiestija przynosi tylko wybrane informacje o działalności naukowo-badawczej Uniwersytetu. Jedynie niektóre prace z zakresu nauk o Ziemi były publikowane w tym czasopiśmie. Tak np. w nr 4 z 1870 r. wspomniano o badaniach wód

⁵ *Warszawskija Uniwersitetskija Izwiestija*, 1885. W Archiwum Państwowym Miasta Stołecznego Warszawy (APW) — Akta Uniwersytetu Warszawskiego (UW) 1885 zachował się odnośny dokument (sygn. 4, k. 26–27) (*Dzieje Uniwersytetu...*, 1981).

⁶ B i e ł o z i e r o w (1959) wymienia m.in. wykłady geografii fizycznej dopiero w r. ak. 1896/97, choć w sprawozdaniu z 1984 r. wspomina się m.in. o istnieniu gabinetów (katedr): geografii fizycznej, geologiczno-paleontologicznego, geodezyjnego oraz obserwatorium astronomicznego i meteorologicznego.

mineralnych Lubelszczyzny, a w nr 1 z 1874 r., pisząc o wynikach badań I. A. Wostokowa, wymieniono jego pracę o kalibracji termometrów; w 1875 r. doniesiono o prowadzeniu stacji magnetycznej przez prof. P. Ziłowa, kierownika Katedry Fizyki. W 1885 r. zamieszczono obszerne opracowanie wyników badań składu chemicznego wód podziemnych Warszawy i wody wiślanej, wykonane przez laboratorium chemiczne Uniwersytetu na zlecenie magistratu miasta Warszawy. Wiązało się to zapewne z budową wodociągów warszawskich⁷. W opracowaniu zawarto, co następuje: 1) zastosowane metody badań, 2) uzyskane dane liczbowe, 3) ocenę jakości badanych wód i ich klasyfikację pod względem czystości. Całość zawarto na ok. 150 stronach (w tym załączniki liczbowe charakteryzujące skład chemiczny).

W 1888 r. powołano przy Uniwersytecie Warszawskim Towarzystwo Przyrodników (Obszczestwo Jestiestwoispytatielej), które wkrótce rozpoczęło działalność odczytową i publikacyjną. W sprawozdaniach Towarzystwa zamieszczali swe prace głównie pracownicy naukowci pochodzenia rosyjskiego, Polacy zaś publikowali przeważnie w powstałych na początku lat osiemdziesiątych polskich czasopismach: *Pamiętnik Fizjograficzny* i *Wszeczeńswiat*.

W sprawozdaniu z działalności Uniwersytetu w 1896 r. zawarto interesujący artykuł przeglądowy W. P. Amalickiego o rozwoju geologii⁸. Amalicki był kontynuatorem (po A. Lagorio) tworzenia w Cesarskim Uniwersytecie Warszawskim ważnego ośrodka naukowego w dziedzinie geologii (Wójcik, 1988).

W 1911 r. profesorem geofizyki Uniwersytetu Warszawskiego został Elmar Rosenthal (1873–1919)⁹, „pierwszy estoński profesor meteorologii i geofizyki” (rys. 4). E. Rosenthal był absolwentem astronomii Uniwersytetu w Dorpacie (Tartu) w 1894 r.; jego profesorem był znany rosyjski fizyk i geofizyk B. B. Golicyń (1862–1916). W 1906 r. obronił pracę pt. *Materiały do meteorologii swobodnej atmosfery – porównanie obserwacji nad morzem z warunkami atmosferycznymi nad lądem*. Pracował głównie w dziedzinie geofizyki – w Strasburgu i Tyflisie (Tbilisi). Po objęciu w 1911 r. Gabinetu Geografii Fizycznej w Cesarskim Uniwersytecie Warszawskim wykładał m.in. meteorologię i klimatologię¹⁰ oraz geografie fizyczną, magnetyzm ziemski i elektryczność atmosferyczną¹¹. Często występował z odczytami na posiedzeniach Towarzystwa Przyrodników. W 1913 r. podjął wydawanie biuletynu sejsmicznego Uniwersytetu Warszawskiego¹², a na-

⁷ Gemilian W.: *Srawnitielnoje issledowanije sostawa wod iz obszczestwiennych kolodcew goroda Warszawy i iz rieki Wisły*. *Warszawskija Uniwersitetskija Izwiestija*, nr 7, 8, 9 z 1885 r.

⁸ *O geologiczeskom razwitii organizmow i ziemnego reliefa. Riecz sostawlennaja prof. W. P. Amalickim k torżestwiennomu aktu w Impieratorskim Warszawskim Uniwersitietie 30 Awgusta 1896 g.* WUI, nr 6 z 1896.

⁹ Wypada tu sprostować pisownię nazwiska i datę powołania, podane w poprzednich artykułach naszego cyklu.

¹⁰ Rosenthal E.: *Uczebnyj plan priepodawanija i sistematiczeskaja programma kursa mieteorologii i klimatologii (dla naturalistow i matiematikow)*. WUI, nr 5 z 1911 r.

¹¹ Rosenthal E.: *Programmy po fiziczeskoj gieografii i po ziemnomu magnietizmu, po atmosfiernomu elektriczestwu*. WUI, nr 7 z 1912 r.

¹² Rosenthal E.: *Siejmiczeskij Biulletien Warszawskogo Uniwersitietia*. WUI, nr 9 z 1913 r.



Rys. 4. Elmar Rosenthal (1873–1919), profesor fizyki (astronomii), kierownik Katedry Geografii Fizycznej (Geofizyki) w Cesarskim Uniwersytecie Warszawskim w latach 1911–1917

Fig. 4. Elmar Rosenthal (1873–1919), professor of physics (astronomy), head of the Chair of Physical Geography (Geophysics) of the Emperor's Warsaw University in the years 1911–1917

stepnie opublikował wyniki obserwacji zaćmienia Słońca¹³. Zmarł w 1919 r., w Jekaterynosławiu (Dniepropietrowsku). Był geofizykiem wszechstronnym, a zarazem gorącym patriotą estońskim (Teaduse ajaloo..., 1980).

Cesarski Uniwersytet Warszawski ewakuowano w lipcu 1915 r. do Moskwy, a następnie do Rostowa nad Donem; 1 XII 1915 r. rozpoczął tam nowy rok akademicki, w zakresie takim jak w Warszawie. W 1916 r. wydano jeszcze 6 numerów *Warszawskich Uniwersyteckich Izwiestii* (Biełozierow, 1959)¹⁴. Zarządzeniem władz 5 V 1917 r. przemianowano uczelnię na Uniwersytet Rostowski (Doński), tym samym Cesarski Uniwersytet Warszawski uległ likwidacji (*Rostowskij Gosudarstwiennyj Uniwersitet*, 1985).

Tymczasem jeszcze przed ewakuacją Cesarskiego Uniwersytetu Warszawskiego trwały już przygotowania do uruchomienia uniwersytetu polskiego. W październiku 1915 r. niemieckie władze okupacyjne wyraziły zgodę na otwarcie Uniwersytetu Warszawskiego; wybrano władze uczelni, a 15 XI 1915 r. nastąpiła uroczysta inauguracja roku akademickiego 1915/16. Nauki o Ziemi znalazły się na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym, na którym było czynnych 11 zakładów, a w tym m.in. Zakład Geologiczny (prof. Jan Lewiński) i Zakład Mineralogiczny (prof. Stanisław Józef Thugutt) (*Dzieje Uniwersytetu...*, 1981). Zakład Geograficzny uruchomiono dopiero formalnie w 1918 r. (Kondracki, 1983).

Maszynopis wpłynął do Redakcji 16 X 1991 r.

¹³ *Elektromietriczeskaja i aerologiczeskaja nabludienija wo wriemia solniecznogo zatmienija 8/21 awgusta 1914 g. E. Rosenthala*. WUI, nr 4 z 1915 r.

¹⁴ Według informacji uzyskanych w Bibliotece Uniwersytetu Rostowskiego wydano jedynie w 1916 r. zaległy nr 6 *Izwiestii* z 1915 r.

Literatura

- Biełozierow S. J., 1959, *Oczerki istorii Rostowskogo Uniwersiteta*. Rostow na Donu, Izdatielstwo Rostowskogo Uniwersiteta.
- Dzieje Uniwersytetu Warszawskiego 1807–1915*. 1981. Pod red. S. K i e n i e w i c z a. Warszawa, PWN.
- Dzieje Uniwersytetu Warszawskiego 1915–1939*. 1982. Pod red. A. G a r l i c k i e g o. Warszawa, PWN.
- Istorija geologiczeskich nauk w Estonii*. 1986. Pod red. H. V i i d i n g a i D. K a l j o. Tallin, Valgus.
- K a c z o r o w s k a Z., K o s s o w s k a - C e z a k U., 1988, *Początki i rozwój klimatologii w Uniwersytecie Warszawskim*. Prz. Geof., t. 34, nr 4.
- K o n d r a c k i J., 1983, *Zakład Geograficzny Uniwersytetu Warszawskiego*. Czas. Geogr., t. 54, nr 2.
- K o w a l s k i W. C., P e l c A., 1989. *Początki nauk geologicznych w Uniwersytecie Warszawskim*. Prz. Geof., t. 34, nr 3.
- M i k u l s k i Z., 1989, *Kształtowanie się hydrologii w Uniwersytecie Warszawskim*. Prz. Geof., t. 34, nr 2.
- Rostowskij Gosudarstwiennyj Uniwersitet (1915–1985). Oczerki*. 1985. Pod red. Ju. A. Ż d a n o w a. Rostow na Donu, Izdatielstwo Rostowskogo Uniwersiteta.
- R y b k a A., R y b k a P., 1983, *Historia astronomii w Polsce*. Tom II. Wrocław, Ossolineum.
- Teaduse ajaloo lehekülgi eestist III. Kogumik.*, 1980, Tallin, Valgus.
- W ó j c i k Z., 1988, *Nauki o Ziemi w Cesarskim Uniwersytecie Warszawskim (1869–1915)*. Prz. Geof., t. 34, nr 3.

S u m m a r y

The consecutive, eleventh article in the series "From the History of Earth Sciences at Warsaw University" gives additional information on the activity of the Emperor's Warsaw University in the field of earth sciences. The information is mainly taken from the official publication "Warsaw University News", and concerns both the teaching and research works. In addition to lectures in geological sciences, well-organized and kept at a high level, important position was occupied by astronomy with geodesy and meteorology, as well as geophysics in the framework of the Physical Geography Chair. The endeavours of the university authorities to establish in the academic year 1883/84 a Chair of Geography and Ethnography were unfortunately unsuccessful.

The University, within its modest abilities, was also doing some research, in particular that inspired by a few international organizations already existing at that time. For instance, it joined the discussion initiated in 1873 at Vienna by Gustaw von Wex on the decreasing water resources in Central Europe. It took part in the First International Polar Year in 1882/83; the study of drought over the whole Russian Empire, initiated in 1885 by the Russian Geographical Society; the study of chemistry of underground waters of Warsaw and Vistula waters in 1884; the study of effects of Solar eclipse of 1914; and other.

In July 1915, the Emperor's Warsaw University was evacuated to Moscow and then to Rostov on Don, where it formally operated under the same name until May 1917, renamed afterwards into the Rostov (Don) University. In October 1915, the occupying German authorities permitted to open the Polish University of Warsaw.

KSZTAŁCENIE KADR GEOFIZYCZNYCH

Henryk PIWKOWSKI

Instytut Inżynierii Środowiska PW

MODYFIKACJE PROGRAMÓW NAUCZANIA METEOROLOGII W POLITECHNICE WARSZAWSKIEJ

MODIFICATIONS OF METEOROLOGICAL CURRICULUM AT THE WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

We wcześniejszych publikacjach opisano historię nauczania meteorologii w Politechnice Warszawskiej (Ołpińska-Warzechowa, 1989; Piwkowski, 1989), a także zmiany organizacyjne na Wydziale Inżynierii Sanitarnej i Wodnej, mające pośredni wpływ także na nauczanie meteorologii (Ozga-Zielińska, 1990).

Do roku akademickiego 1965/66 meteorologia na Wydziale była przedmiotem pomocniczym z liczbą 60 godzin zajęć. Dopiero z chwilą utworzenia Katedry Meteorologii w 1966 r. stała się, przynajmniej dla części studentów, przedmiotem głównym. W tym też czasie pojawiła się koncepcja nowego programu kształcenia wobec szybko zachodzących zmian zarówno na rynku pracy, jak i w szeroko pojętym środowisku. Istota tego programu sprowadza się do wykształcenia absolwenta o możliwie szerokim profilu, dającym większe możliwości na rynku pracy. Mimo wielokrotnych modyfikacji programów nauczania, ta zasada nie została poniechana.

Dalej zostanie przedstawiona analiza modyfikacji zmian programów nauczania na przykładzie dwu siatek programów: z połowy lat siedemdziesiątych ('75) i końca lat osiemdziesiątych ('88). W obu tych programach do każdego kierunku studiów dołączona jest sztywna lista przedmiotów do wysłuchania i zaliczenia. Meteorologia (jako specjalizacja MT) nauczana jest w ramach specjalności „systemy ochrony atmosfery i meteorologia techniczna” (SOAiMT) na kierunku „systemy ochrony środowiska”.

W programie '75 ok. 72% ogólnego czasu nauczania przeznaczono na przedmioty wspólne dla kierunku; liczba godzin przeznaczona dla SOAiMT wynosiła ok. 15% i dla specjalizacji MT ok. 13%. Odpowiednie relacje w programie '88

wynosiły: 65, 26 i 9%, co oznacza, że wzrósł udział zajęć wspólnych SOAiMT. Zostało to spowodowane koniecznością wyraźniejszego wyeksponowania specjalizacji (kosztem kierunku i specjalności; ta ostatnia nigdy nie była zresztą uwidaczniana na dyplomie), a także w jakimś stopniu systemowym podejściem do ochrony środowiska (Ozga-Zielińska, 1990). W rezultacie w grupie przedmiotów dla SOAiMT pojawiły się *prognozy meteorologiczne I* (2w–2p)¹ i *meteorologia granicznej warstwy atmosfery* (3w-1ć-3p) (w programie '75 przedmioty te były wykładane tylko dla MT). *Prognozy meteorologiczne I* można uważać za element systemowego traktowania ochrony środowiska w makroskali, podczas gdy *meteorologię granicznej warstwy atmosfery* – w mezoskali. Pozostałymi przedmiotami wspólnymi dla SOAiMT są: *meteorologia i klimatologia stosowana* (4w-2p), *pomiary meteorologiczne* (3w-31), *pomiary zanieczyszczeń* (2w-2p), *urządzenia do oczyszczania gazów* (3w-2ć), *oddziaływanie zanieczyszczeń na środowisko* (2w-2p), *modelowanie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w atmosferze* (3w-2ć). Przedmiotami specjalizacji MT są: *prognozy meteorologiczne II* (3w-1p), *fizyka atmosfery* (3w-2ć) i *techniczne oddziaływanie na pogodę* (2w-2ć). Jak widać, mimo że meteorologia dla kończącej specjalizację MT jest głównym przedmiotem, jest ona obudowana innymi przedmiotami związanymi z ochroną powietrza atmosferycznego w ramach przedmiotów wspólnych dla specjalności SOAiMT. Przedmioty wspólne w ramach kierunku, zapewniające systemowe podejście do ochrony środowiska, to: *podstawy teorii systemów* (2w-2ć), *procesy przenoszenia masy i energii* (2w-2ć), *podstawy badań doświadczalnych* (2w-2p), *metody optymalizacyjne* (2w-2ć-2p).

W procesie nauczania szczególną uwagę przywiązuje się do związków między ochroną atmosfery a ochroną środowiska. Tak skonstruowany i realizowany program umożliwia studentowi zdobycie umiejętności potrzebnych do prac inżynierskich, a także badawczych w zakresie ochrony środowiska, również w zakresie osłony meteorologicznej różnych dziedzin gospodarki narodowej. Jako uniwersalne i cenne narzędzie w tym zakresie należy wymienić metody modelowania zjawisk meteorologicznych zachodzących w granicznej warstwie atmosfery (GWA), z uwzględnieniem rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w różnych skalach przestrzennych. Ten fragment programu studiów – początkowo pomyślany dla specjalizacji MT – obecnie realizowany jest w ramach przedmiotu *meteorologia granicznej warstwy atmosfery* dla specjalności SOAiMT.

Ogólnie cechą charakterystyczną programu nauczania meteorologii w PW jest włączenie doń problematyki GWA (początkowo 15 godzin w semestrze, więc niewiele), nawet wtedy – co jest godne podkreślenia – gdy meteorologia była przedmiotem pomocniczym (Ołpińska-Warzechowa, 1989). Wprawdzie wówczas zagadnienia GWA dotyczyły wpływu warunków meteorologicznych na wegetację roślin, ale było to uwarunkowane profilem absolwenta Wydziału Inżynierii Wodnej, specjalizującego się w dziedzinie melioracji. Po utworzeniu Katedry Meteorologii tematyka GWA w programie nauczania znalazła się w ramach zagadnień dotyczą-

¹ Oznaczenia: w – wykłady, ć – ćwiczenia, p – ćwiczenia projektowe, l – laboratorium; liczba godzin w tygodniu podczas semestru.

cych wpływu warunków meteorologicznych na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń (Piwkowski, 1989). Była to niejako naturalna odpowiedź na potrzeby nowych zakładów przemysłowych, a wykładana tematyka w ramach GWA jest określana przez potrzeby praktyki.

Tymczasem zmianom uległy narzędzia i techniki pomiarowe, a specjalne ekspedycje pomiarowe dostarczyły bogatych danych, wykorzystywanych następnie do weryfikacji, o różnym stopniu złożoności, modeli numerycznych GWA. Jedno- i dwuwymiarowe modele GWA dają się uruchomić na mikrokomputerze typu PC/AT i dysponując odpowiednimi programami wizualizacji można oglądać prawdziwie fascynujący obraz powstawania i rozwoju np. niskotroposferycznego prądu strumieniowego czy rozwoju cyrkulacji bryzowej. Zaletą tej metody jest możliwość oglądania stanu atmosfery w kolejnych krokach czasowych o regulowanej długości. Zachodzi tu istotna różnica między tą metodą a metodą prognostycznych map synoptycznych na 1, 2 czy więcej dni naprzód, stosowaną w klasycznej meteorologii makroskalowej. Fascynacja śledzeniem procesów atmosferycznych *in statu nascendi* zapewnia dopływ młodych, zdolnych absolwentów, będących w stanie odpowiedzieć na nowe problemy praktyki.

Dalsze zmiany programów nauczania, o których się mówi, dotyczyć będą zmniejszenia ogólnej liczby zajęć oraz mniej lub bardziej swobodnego doboru zestawu przedmiotów przez studenta. Czy przy tym trybie studiów sylwetka absolwenta o szerokim profilu utrzyma się — pokaże przyszłość.

Maszynopis wpłynął do Redakcji 28 V 1991 r.

L i t e r a t u r a

- O ł p i ń s k a - W a r z e c h o w a K., 1989, *Początki meteorologii w Politechnice Warszawskiej*. Prz. Geof., t. 34, nr 1.
- O z g a - Z i e l i ń s k a M., 1990, *Kształcenie w zakresie hydrologii i gospodarki wodnej w Politechnice Warszawskiej*. Prz. Geof., t. 35, nr 3–4.
- P i w k o w s k i H., 1989, *Zakład Meteorologii Politechniki Warszawskiej*. Prz. Geof., t. 34, nr 1.

S u m m a r y

Modifications of meteorological curriculum followed the changes that occurred in atmospheric environment and by system approach applied to the protection of environment. The characteristic feature of meteorology curriculum is inclusion planetary boundary layer problems, wide spectrum of which has been selected according to practical goals. At the very beginning the influence of meteorological conditions on air pollution dispersion have been the main topics of boundary layer meteorology, whereas now some applications of atmospheric boundary layer modeling for environmental engineering using PC microcomputer become the dominant problems.

Maria MORAWSKA-HORAWSKA

IMGW – Kraków

**WPLYW ROZWOJU MIASTA I GLOBALNEGO OCIEPLENIA
NA WZROST TEMPERATURY POWIETRZA W KRAKOWIE
W 100-LECIU 1881–1980**

**THE INFLUENCE OF THE GROWTH OF THE TOWN
AND OF THE GLOBAL WARMING
ON THE RISE OF THE AIR TEMPERATURE IN CRACOW
IN 100 YEAR PERIOD 1881–1980**

W opracowaniach dotyczących temperatury powietrza w Krakowie, opartych na długoletnich materiałach pochodzących z historycznej stacji klimatologicznej Uniwersytetu Jagiellońskiego, podkreślony jest wyraźnie zaznaczający się wzrost temperatury. Jest on przypisywany wahaniom klimatycznym i rozwojowi miasta. W ostatnich latach dużo uwagi poświęca się sprawom zmian klimatu wywołanych efektem cieplarnianym w skali globalnej, wpływającym na wzrost temperatury powietrza. Jak podaje B l o o m f i e l d (1990), dane instrumentalne wskazują, że od 1880 r. globalna temperatura wzrosła o około 0,5°C, ale na pytanie, czy ta zmiana może być przypisana efektowi cieplarnianemu, nie daje twierdzącej odpowiedzi.

Przedmiotem tego opracowania jest próba oceny wpływów lokalnych i wpływów wywołanych ociepleniem w skali globalnej na wzrost temperatury powietrza w Krakowie. W celu zbadania wpływu rozwoju miasta na temperaturę powietrza wskazane jest porównanie temperatury mierzonej w mieście z temperaturą na terenie pozamiejskim; tego rodzaju długoletnie dane nieskażone wpływami miejskimi niestety nie istnieją. Z tego względu jako obszar porównawczy przyjęto leżącą w odległości 12 km Wieliczkę, której rozwój w ciągu 100-lecia był stosunkowo niewielki, a która z niewielkimi przerwami ma również 100-letnie pomiary temperatury powietrza. Posłużono się również danymi dotyczącymi ostatnich kilkudziesięciu lat, pochodzącymi ze wsi Jabłonka położonej w odległości ok. 65 km na SW od Krakowa.

Pomiary temperatury pochodzące z historycznej stacji klimatologicznej w Krakowie, której współrzędne wynoszą $\varphi = 50^{\circ}04'N$, $\lambda = 19^{\circ}58'E$, $H_s = 208,5$ m, wykonywane były na wysokości 12 m n.p.g. w klatce przy oknie budynku. W rozpatrywanym okresie zmianom podlegały tylko terminy pomiarów (Trepńska, 1982).

Stacja klimatologiczna w Wieliczce została założona w 1869 r. przy Żupie Solnej. W rozpatrywanym 100-leciu lokalizacja jej zmieniała się 3-krotnie (1869 r. – 1920 r. Żupa Solna, 1920 r. – 1944 r. Zamek, 1946 r. – 1980 r. Psia Górka). W dokumentacji znajdującej się w IMGW istnieje wzmianka, że w 1920 r. termometry były zawieszane w budce na I piętrze. Od 1946 r. współrzędne stacji wynoszą $\varphi = 50^{\circ}00'N$, $\lambda = 20^{\circ}03'E$, $H_s = 241,0$ m, a termometry są umieszczone na standardowej wysokości 2 m n.p.g.

Ludność Krakowa w 1880 r. liczyła 66000, a w 1980 r. wzrosła do 716000 (Jelonek, 1967; *Rocznik demograficzny*, 1980). Terytorium Krakowa powiększyło się w tym okresie z 9 km² do 322 km² (Mydel, 1979), w konsekwencji czego historyczna stacja klimatologiczna, położona początkowo na peryferiach miasta, znalazła się na terenie śródmiejskim.

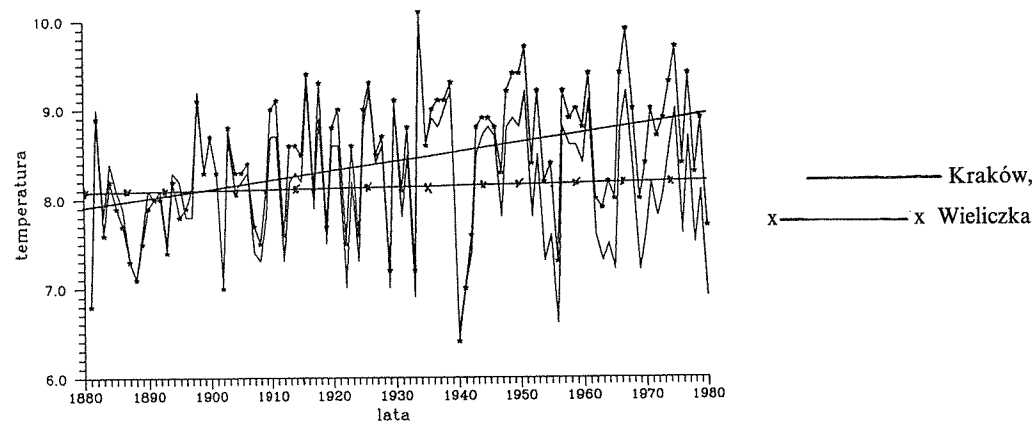
Wieliczka jest miastem, które w 1881 r. liczyło ok. 5000 mieszkańców, a których liczba w 1980 r. wzrosła do 17000. W ciągu rozpatrywanego 100-lecia miasto powiększyło się niespełna 2-krotnie i obecna jego powierzchnia wynosi 17 km². Ze względu na niewielki obszar tego miasta, w którym od wieków znajduje się Żupa Solna i działa tylko drobny przemysł, można przyjąć, że wpływy antropogeniczne na temperaturę powietrza były o wiele mniejsze niż w Krakowie.

Pomiary temperatury powietrza w Wieliczce wykazują w rozpatrywanym 100-leciu częściowe lub całkowite braki, które uzupełniono na podstawie danych z historycznej stacji w Krakowie. Upoważniają do tego współczynniki korelacji obu ciągów pomiarowych: temperatura średnia dobową $r = 0,94$, temperatura minimalna $r = 0,84$ i temperatura maksymalna $r = 0,87$. Do uzupełnienia brakujących pomiarów w Wieliczce zastosowano metodę różnic (Pruchnicki, 1987), którą wykorzystano w celu uzyskania wartości średnich rocznych.

Ekstremalne wartości temperatury zostały opracowane tylko z okresu 1921 – 1980, gdyż wcześniejsze pomiary budzą wiele wątpliwości. Okresem porównawczym był w każdym przypadku okres 10-letni. Dane dotyczące Jabłonki, której współrzędne wynoszą $\varphi = 49^{\circ}28'N$, $\lambda = 19^{\circ}24'E$, $H_s = 615$ m, obejmują okres od 1947 do 1980 r. Dane dotyczące temperatury powietrza w Krakowie uzyskano z dzienników znajdujących się w Zakładzie Klimatologii UJ. Dane dotyczące temperatury powietrza w Wieliczce i w Jabłonce zaczerpnięto z materiałów IMGW.

Porównanie ciągów pomiarowych Krakowa, Wieliczki i Jabłonki oparto na wartościach średnich rocznych. W celu określenia tendencji zmian temperatury powietrza zastosowano równania regresji. W celu wyeliminowania zmian krótkookresowych, dotyczących Krakowa i Wieliczki, skorzystano z dolnoprzepustowego filtra Ormsby'ego (1961).

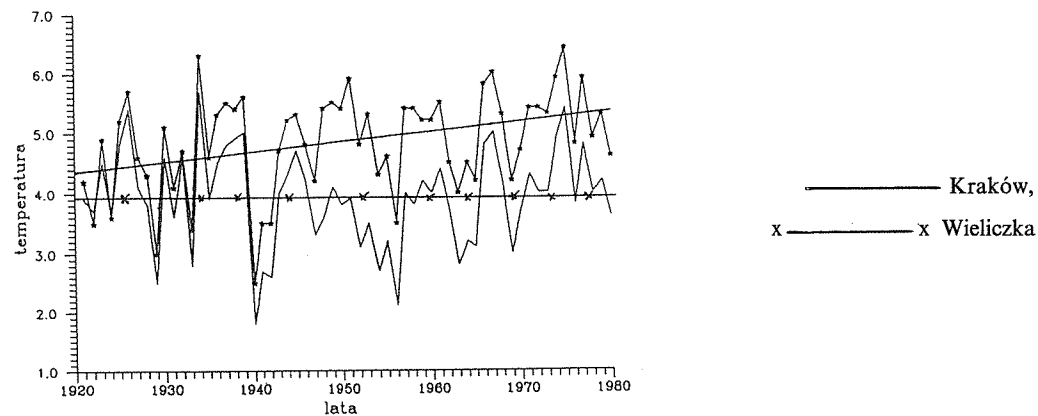
Przebieg średniej dobowej temperatury powietrza w Krakowie i Wieliczce (rys. 1) wskazuje na dużą zgodność wahań wartości średnich rocznych oraz na zwiększającą się z biegiem lat różnicę pomiędzy nimi. Linia regresji dotycząca Kra-



Rys. 1. Średnie roczne wartości temperatury dobowej w latach 1881–1980 oraz proste regresji

Fig. 1. Yearly mean values of the daily mean temperature in the years 1881–1980 and the lines of regression

kowa, którą opisuje równanie $y = (0,0102 \pm 0,0024)x - (11,32 \pm 4,63)$; $r = 0,40$, wykazuje trend wzrostowy. Trend dotyczący Wieliczki przedstawiony w równaniu $y = (0,0012 \pm 0,0025)x + (5,81 \pm 4,81)$; $r = 0,04$, ze względu na wielkość błędów jest nieistotny. Analogiczne obliczenia dotyczące temperatury minimalnej w Krakowie i Wieliczce w okresie 1921–1980 dały podobne wyniki (rys. 2). Nieistotne okazały się trendy dotyczące temperatury maksymalnej nie tylko w Wieliczce, ale i w Krakowie.



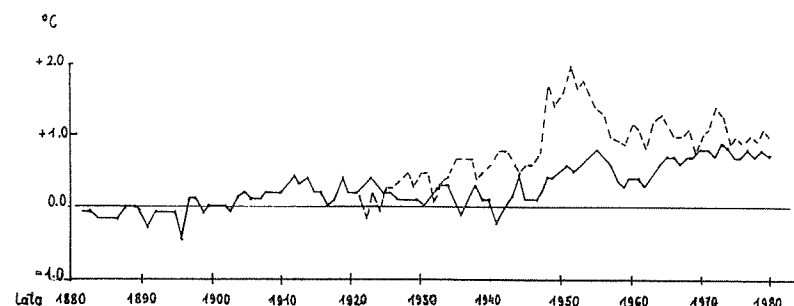
Rys. 2. Średnie roczne wartości temperatury minimalnej w latach 1921–1980 oraz proste regresji

Fig. 2. Yearly mean values of minimum air temperature in the years 1921–1980 and the lines of regression

Brak wzrostu temperatury powietrza w Wieliczce może wskazywać na brak efektu wywołanego globalnym ociepleniem. Ze względu na niejednorodność materiału pomiarowego w Wieliczce, wniosek taki może budzić uzasadnione wątpliwości.

W celu uzyskania jednorodnego materiału pomiarowego w przypadku Wieliczki ograniczono się do okresu 1947–1980, przyjmując ten sam okres także w odnie-

sieniu do Krakowa i Jabłonki. Obliczone równania regresji dotyczące temperatury średniej dobowej wyżej wymienionych miejscowości wykazały, że wartości obliczonych trendów są nieistotne. Zatem i w tej wersji czasowej nie widać wpływu globalnego ocieplenia. Być może, jest on maskowany i bez jego udziału zaznaczające się trendy spadkowe byłyby silniej wyrażone.



Rys. 3. Odchyłki średniej rocznej temperatury powietrza w Krakowie od wartości z Wieliczki
 — temperatura średnia dzienna, - - - - temperatura minimalna

Fig. 3. Deviations of yearly mean air temperature in Cracow in relation to values in Wieliczka
 — daily mean temperature, - - - - minimum temperature

Odchyłki temperatury powietrza w Krakowie od temperatury w Wieliczce (rys. 3) wskazują, że w miarę upływu lat zmieniał się ich znak i wielkość. Krzywa przebiegu średniej dziennej temperatury wskazuje, że do 1895 r. dominowały odchyłki ujemne, po czym nastąpiła zdecydowana przewaga odchyłek dodatnich i gwałtowny ich wzrost po 1947 r. Odchyłki temperatury minimalnej już od 1925 r. mają wyłącznie znak dodatni, a wielkość ich znacznie przekracza odchyłki temperatury średniej dobowej. Na uwagę zasługuje znaczny wzrost odchyłek pomiędzy 1948 r. i 1953 r.

Należy zaznaczyć, że wzrost wielkości odchyłek, który nastąpił po 1946 r., został w znacznym stopniu spowodowany różnicą wysokości obu stacji wynoszącą 10 m, związaną ze zmianą lokalizacji stacji w Wieliczce. Jak wykazały badania dotyczące Krakowa (Trepńska, 1971), różnica temperatury spowodowana wyżej wymienioną różnicą wysokości wynosi w przypadku średniej dobowej temperatury średnio $+0,4^{\circ}\text{C}$, a temperatury minimalnej $+1,0^{\circ}\text{C}$. Z tego powodu nie należy rozpatrywać wielkości uzyskanych odchyłek, lecz ich trend uwidoczniiony w niżej zestawionych wartości odchyłek w trzech ostatnich 10-letniach ($^{\circ}\text{C}$):

	t. średnia	t. minimalna
1951 – 1960	+0,5	+1,4
1961 – 1970	+0,6	+1,0
1971 – 1980	+0,8	+1,1

Odchyłki średniej temperatury dobowej powietrza wykazują wzrost najsilniej zaznaczony w ostatnim 10-leciu, natomiast odchyłki temperatury minimalnej, po osiągnięciu maksimum w pierwszym 10-leciu, w następnych 10-leciach nie wykazują istotnych zmian. L e w i ń s k a i n. (1990) przypisuje to zjawisko oddziaływaniu na

Wielickę wyspy ciepła aglomeracji krakowskiej. Wydaje się jednak, że oprócz tej przyczyny należy wziąć pod uwagę wpływ rozwoju wyspy ciepła wytworzonej także przez Wielickę.

W celu znalezienia trendu niezaburzonego krótkotrwałymi wahaniami temperatury, dane dotyczące temperatury średniej i temperatur ekstremalnych Krakowa i Wieliczki poddano filtracji stosując wyrażenie

$$\hat{x}_t = \sum_{k=-M}^M h_k x_{t-k} \rightarrow t = 1, 2, \dots, N$$

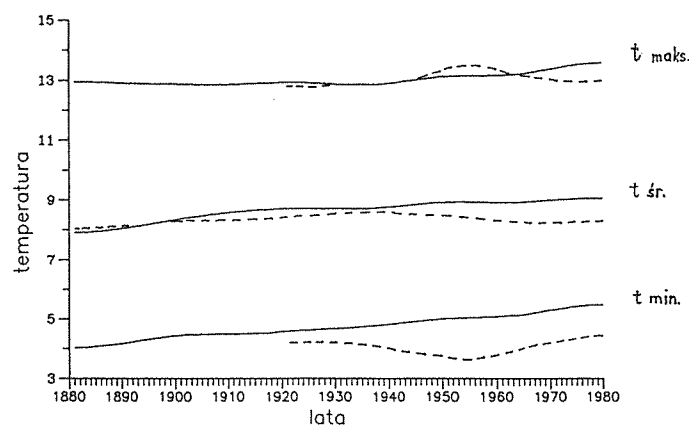
x i \hat{x} – ciąg danych wyjściowych i przekształconych, $M = \frac{1}{\Delta t(f_r - f_c)}$ – liczba danych, h_k – filtr Ormsby'ego opisany przez funkcję

$$h_k = \frac{\sin(2\pi f_1 k \Delta t) \sin(2\pi f_2 \Delta t)}{2\pi^2 f_2 (k \Delta t)^2}$$

gdzie: $f_1 = \frac{1}{2}(f_r + f_c)$, $f_2 = \frac{1}{2}(f_r - f_c)$, f_r i f_c – częstotliwości (tzw. roll off frequency i cut off frequency), $t = 1$ rok.

W celu wygaszenia zmian w okresie mniejszym od 20 lat przyjęto $f_r = \frac{1}{20}$

i $f_c = \frac{1}{100}$.



Rys. 4. Trendy temperatury uzyskane za pomocą filtru Ormsby'ego dla Krakowa i Wieliczki
 ——— Kraków, - - - - - Wieliczka

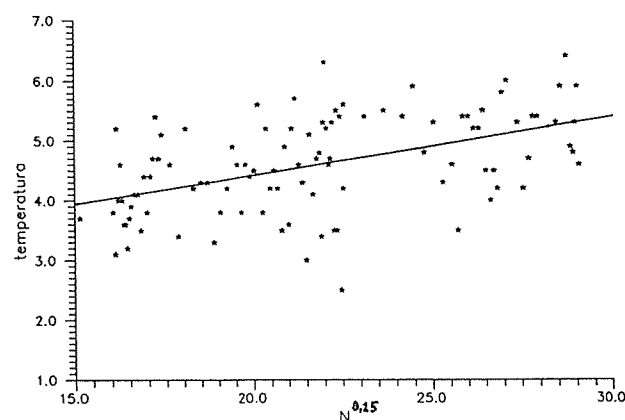
Fig. 4. Trends of temperature obtained by means of Ormsby's filter for Cracow and Wieliczka
 ——— Cracow, - - - - - Wieliczka

Wszystkie trzy charakterystyki termiczne dotyczące Krakowa, do których zastosowano filtr Ormsby'ego (rys. 4), wykazują tendencję wzrostową. Najsilniej jest ona wyrażona w przebiegu temperatury minimalnej, a najslabiej w przebiegu temperatury maksymalnej, która do 1940 r. nie wykazuje prawie żadnych zmian.

Przebieg średniej dobowej temperatury dotyczący Wieliczki stanowi linię prawie poziomą, zwłaszcza w ostatnich dwóch 10-leciach, nie wskazującą na wzrost temperatury powietrza. Temperatury ekstremalne wykazują odwrotność przebiegu wynikającą prawdopodobnie ze specyfiki tego obszaru (na tę właściwość niektórych obszarów, zwłaszcza małych miast, zwrócił uwagę Colacino (1983)). Na uwagę zasługuje przebieg temperatury minimalnej, który od 1955 r. wykazuje tendencję wzrostową, zbiegającą się z rozbudową Wieliczki i powiększającą się krakowską wyspą ciepła.

Wobec braku wzrostu średniej dobowej temperatury powietrza w Wieliczce można przypuszczać, że zaobserwowany w Krakowie w ciągu 100-lecia wzrost temperatury powietrza został wywołany przyczynami lokalnymi, związanymi ze wzrostem liczby mieszkańców, rozbudową miasta i jego uprzemysłowieniem.

Jak wykazano, wzrost temperatury powietrza w Krakowie najsilniej uwidocznił się w przebiegu temperatury minimalnej, która – jak wiadomo – jest najwrażliwsza na wyżej wymienione wpływy (Oke, 1974; Landsberg 1981). W celu zbadania związku pomiędzy wzrostem temperatury minimalnej w Krakowie i wzrostem liczby mieszkańców Krakowa w okresie rozpatrywanego 100-lecia, skorzystano ze wzoru na równanie regresji: $t_{\min} = a + bP^{0,25}$ (Colacino, 1983), w którym P jest liczbą ludności. Uzyskany wynik $y = (0,0945 \pm 0,0179)x + (2,5461 \pm 0,3998)$; $r = 0,47$



Rys. 5. Prosta regresji między temperaturą minimalną powietrza i liczbą ludności w Krakowie w latach 1881–1980

Fig. 5. Line of regression between minimum air temperature and population number in Cracow in the years 1881–1980

(rys. 5), potwierdza formułę O k e ' a (1974) dotyczącą związku pomiędzy temperaturą minimalną i czwartym pierwiastkiem z populacji. Wykazana zależność wskazuje, że warunki lokalne wyrażone wzrostem liczby mieszkańców miały istotny wpływ na wiekowy wzrost temperatury powietrza w Krakowie. Nie stwierdzono natomiast dostrzegalnego wpływu globalnego ocieplenia na temperaturę powietrza w oddalonej od Krakowa o 12 km Wieliczce, ani w oddalonej o 65 km Jabłonce. Wydaje się

zatem, że wzrost temperatury powietrza w Krakowie został wywołany miejską wyspą ciepła i efektem cieplarnianym w skali lokalnej, a nie przyczynami w skali globalnej. Być może, wpłynęło na to znaczne zapylenie powietrza występujące w tej części Polski, które zmniejszając usłonecznienie (Morawska-Horawska, 1984; 1985) osłabia lub niweluje ocieplenie wywołane globalnym efektem cieplarnianym, powodując dominację wpływów lokalnych.

Należy również zaznaczyć, że do oceny zmian klimatu w skali globalnej, w wiekowych przedziałach czasowych, nie nadają się pomiary pochodzące z dużych ośrodków miejskich (a zwykle one mają długie ciągi pomiarowe), gdyż ulegają deformacji pod wpływem szybkiej zmiany warunków lokalnych. W związku z tym prognozy dotyczące wielkości globalnego ocieplenia, przyjmujące jako podstawę ekstrapolacji wiekowe tempo wzrostu temperatury uzyskane z obszarów zurbanizowanych, budzą uzasadnione wątpliwości.

* Autorka składa podziękowanie prof. dr hab. M. H e s s o w i za udostępnienie materiałów z historycznej stacji klimatologicznej w Krakowie oraz mgr J. K u r o s i o w i za wykonanie obliczeń.

Maszynopis wpłynął do Redakcji 20 III 1991 r.

L i t e r a t u r a

- B l o o m f i e l d P., 1990, *Detecting climate change*. Conference on Environ Metrics in Como, Italy.
- C o l a c i n o M., 1983, *The yearly averaged air temperature in Rome from 1782 to 1975*. Tellus, t. 35 A.
- J e l o n e k A., 1967, *Ludność miasta i osiedli typu miejskiego na ziemiach polskich od 1810 do 1960*. Dokumentacja Geogr. nr 3/4, IG PAN.
- L a n d s b e r g H.E., 1981, *The urban climate*. Intern. Geophys. Series, t. 28, Academic Press.
- L e w i Ń s k a J., Z g u d K., B a ś c i k J., B a r t o s i k J., C z e r w i e n i e c M., 1990, *Klimat obszarów zurbanizowanych*. Inst. Gosp. Przestrz. i Kom., Warszawa.
- M o r a w s k a - H o r a w s k a M., 1984, *Współczesne zmiany w zachmurzeniu i usłonecznieniu Krakowa na tle 120-lecia*. Prz. Geof., t. 29, nr 3.
- M o r a w s k a - H o r a w s k a M., 1985, *Cloudiness and sunshine in Cracow 1881–1980, and its contemporary tendencies*. Journal of Climatology, t. 5.
- M y d e l R., 1979, *Rozwój struktury przestrzennej miasta Krakowa*. Wrocław, Ossolineum.
- O k e T.R., 1974, *Review of urban climatology (1968–1973)*. WMO Tech. Rep. no 134, Geneva.
- O r m s b y J.F.A., 1961, *Design of numerical filters with applications to missile data*. Processing Assoc. Comp. Mach., t. 8.
- P r u c h n i c k i M., 1987, *Metody opracowań klimatologicznych*. Warszawa, PWN.
- Rocznik demograficzny GUS*, 1980, Warszawa, GUS.
- T r e p i Ń s k a H., 1971, *The secular course of air temperature in Cracow on the basis of the 140-year series of meteorological observations (1826–1965) made at the Astronomical Observatory of the Jagiellonian University*. Acta Geoph. Pol., t. 19, nr 3.
- T r e p i Ń s k a J., 1982, *Characterisation of the measurement series at the Jagiellonian University Climatological Station*. Prace Geogr., t. 55, Prace IG UJ, t. 77.

S u m m a r y

A comparison of the air temperature in Cracow (700 000 inhabitants) and in Wieliczka situated 12 km from Cracow (15 000 inhabitants) has been made. The results of the measurements of a 100 year period have been used. The data from the village of Jabłonna (situated 65 km from Cracow) from the years 1947–1980 have also been considered.

The calculations made with the use of regression equations and Ormsby's low pass filter, referring to the daily mean temperature and a minimum temperature, show the essential rise of these temperatures in Cracow, but in Wieliczka there is only a rise of the minimum temperature in the last twenty years. The calculations based on the data from the period 1947–1980 do not show the rise of the daily mean temperature either in Cracow or in any of the considered settlements.

The results obtained show that there is no essential influence of the global warming on the fluctuations of the air temperature in Cracow, where — as it is demonstrated — local conditions are decisive.

DYNAMIKA I RETENCJA FOSFORU I AZOTU
W NIZINNYCH EKOTONACH RZEK I JEZIOR STREFY UMIARKOWANEJ
– SYMPOZJUM MAB/IHP UNESCO
(Mikołajki, 20–26 V 1991 r.)

Ekotonami (*ecotones*) zwykło się określać różnego rodzaju układy występujące w strefach granicznych (przejściowych) pomiędzy odmiennymi ekosystemami i siedliskami. W szczególności ekoton woda-łąd obejmuje szeroki pas strefy brzegowej wraz z terenami epizodycznie zalewanymi, podtapianymi, współpracującymi hydrologicznie z rzeką lub jeziorem. Ekotony pośredniczą w wymianie i transporcie materii, energii i informacji ekologicznej. Rozpoznanie funkcjonowania tych środowisk z punktu widzenia retencji i dynamiki przemian związków biofilnych, zwłaszcza fosforu i azotu, było nadrzędnym celem omawianego sympozjum. Bilans tych związków ma istotne znaczenie w ochronie jakości wód powierzchniowych i we właściwym gospodarowaniu krajobrazem, stąd praktyczne znaczenie sympozjum. Impreza odbyła się w ramach międzynarodowego programu MAB *Rola ekotonów woda-łąd w użytkowaniu i ochronie krajobrazu*. Miała także bezpośredni związek z programem IV fazy MPH.

Uczestniczyło 70 osób z 23 krajów, w tym 21 z Polski. Oprócz uczestników z Europy i USA przybyli specjaliści z tak odległych rejonów, jak Nowa Zelandia, Uganda, Chiny i Japonia. Wygłoszono 44 referaty i zaprezentowano 11 plakatów. W pierwszej sesji tematycznej zajmowano się funkcjonowaniem i użytkowaniem podmokłych środowisk przywodnych i litoralu jeziornego. Referaty dotyczyły przenoszenia, transformacji i retencji pierwiastków biofilnych i innej materii organicznej, zarówno w naturalnych jak i w przekształconych siedliskach wspomnianego typu.

W drugiej sesji tematycznej dyskutowano zagadnienia związane z ekotonami przyrzecznymi. Szczególną uwagę zwrócono na funkcjonowanie i użytkowanie ekotonów zalewowych części dolin (*floodplain*). Przedstawiono interesujące propozycje zagospodarowania stref przywodnych ograniczających wpływ obszarowy pierwiastków biofilnych. W tej części obrad prof. W. B r i n k m a n z Uniwersytetu we Frankfurcie nad Menem zapoznał uczestników z programem porównawczych badań hydrogeochemicznych tarasów zalewowych Wisły i Menu, realizowanych w ramach IV fazy MPH.

Trzecia sesja tematyczna dotyczyła systemów rzeczno-jeziornych oraz struktury krajobrazu i ekotonów w skali zlewni. Wskazano na ekotonotwórczą rolę procesów morfologicznych, zwłaszcza fluwialnych. Wiele uwagi poświęcono ciągłości i nieciągłości procesów transportu i transformacji materii w układach rzeczno-jeziornych.

W czwartej, stosunkowo skromnej sesji tematycznej omawiano strefy przejściowe pomiędzy wodami powierzchniowymi i podziemnymi, a także powietrzem i wodami powierzchniowymi. Właśnie złożone procesy zachodzące w błonie powierzchniowej interfejsy hydrosfera-atmosfera wzbudziły największe zainteresowanie. Błona powierzchniowa odgrywa istotną rolę w transformacji rozpuszczonej materii organicznej w upostaciowaną formę detrytusu.

Po zakończeniu sesji zorganizowano dyskusje panelowe w 3 blokach tematycznych. Pierwszy z nich dotyczył zastosowania metod hydrologicznych w badaniach ekotonów. Hydrobiolodzy żywo zainteresowani współpracą z hydrologami mieli kłopoty z fizycznym zdelimitowaniem ekotonu, a więc także wyborem proponowanych przez hydrologów metod badawczych. Pomimo braku wyników w postaci

zaleceń dyskusja w tej grupie dała uczestniczącym wiele satysfakcji naukowej. Dwie inne grupy pracowały nad użytkowaniem zlewni i strefy brzegowej jezior oraz modelowaniem przepływu pierwiastków biofilnych przez ekotony woda-łąd.

Podsumowując dyskusję i wyniki sympozjum stwierdzono, że wiedza o funkcjonowaniu stref przejściowych woda-łąd jest nieodzownym aspektem informacji potrzebnych do planowania użytkowania odnawiających się systemów ekologicznych. Wymaga to szeroko zakrojonej międzynarodowej współpracy i interdyscyplinarnych badań specjalistów z wielu dziedzin nauki: ekologów, geomorfologów, geografów, gleboznawców, hydrologów i rolników. Wszystkie prezentowane na sympozjum referaty będą drukowane w specjalnym wydaniu czasopisma *Hydrobiologia* w 1992 r.

Sympozjum zorganizował Instytut Ekologii PAN i jego Stacja Hydrobiologiczna w Mikołajkach. Miejsce okazało się bardzo dobrze wybrane. Stacja i sprawny zespół organizatorów zagwarantowały rzeczową, ale też sympatyczną atmosferę. Sukcesu dopełniły atrakcyjne wycieczki do niezbyt odległych terenowych stacji biologicznych Uniwersytetu Warszawskiego: ornitologicznej w Urwitalcu nad jez. Łuknajno i hydrobiologicznej w Pilchach nad jez. Roś. Pokazano także objętą poważnymi badaniami ekotonalnymi zlewnię Krutyni oraz oczywiście Wielkie Jeziora Mazurskie.

Sprawozdanie przygotowano wykorzystując materiały T. Węglęskiego i K. Lewandowskiego z Instytutu Ekologii PAN.

Witold Lenart

EUROPEJSKA ASOCJACJA LABORATORIÓW TELEDETEKCJI (EARSeL)

Szybki rozwój technologii teledetekcyjnych i metod przetwarzania danych obrazowych, jaki datuje się od końca lat siedemdziesiątych, spowodował konieczność ciągłego śledzenia nowych osiągnięć, wymiany doświadczeń w opracowaniu informacji teledetekcyjnych, a także rozpowszechniania wyników badania globu ziemskiego za pomocą zdjęć lotniczych i satelitarnych. Dlatego też zachodnio-europejskie ośrodki teledetekcyjne zdecydowały się utworzyć Europejską Asocjację Laboratoriów Teledetekcji (European Association of Remote Sensing Laboratories – EARSeL). Ze względu na dostęp do najnowszych technologii członkostwo w Asocjacji zostało ograniczone tylko do krajów Europejskiej Wspólnoty Gospodarczej.

Celem Asocjacji była przede wszystkim wymiana doświadczeń w dziedzinie przetwarzania danych teledetekcyjnych, w tym głównie pozyskiwanych przez różnego rodzaju satelity, wymiana informacji o postępach w dziedzinie technologii satelitarnych, organizacji programów i projektów badawczych i wreszcie projektach zgłaszanych przez agencje rządowe krajów członkowskich EWG do realizacji w ośrodkach teledetekcyjnych.

Asocjacja rozpoczęła wydawanie biuletynu pod nazwą *EARSeL Newsletter*, organizację corocznych konferencji, a także seminariów, których wyniki były publikowane w ogólnodostępnych zbiorach. Wiele z tych materiałów dotarło również do Polski. Od kilku lat Asocjacja umożliwiła naukowcom z krajów Europy Środkowej i Wschodniej uczestnictwo w konferencjach, a także prezentowanie wyników własnych badań na tym zachodnioeuropejskim forum.

W połowie lat osiemdziesiątych węgierski ośrodek teledetekcji FOMI z Budapesztu wystąpił o status członka obserwatora EARSeL. Zmiany polityczne, jakie zaszły w Europie Środkowej i Wschodniej, spowodowały, że Zgromadzenie Ogólne EARSeL zdecydowało się wprowadzić zmiany w swym statucie, zezwalając na członkostwo w Asocjacji wszystkim krajom europejskim. Korzystając z tego prawa kilka ośrodków teledetekcji z Czecho-Słowacji, Polski, Węgier i Rumunii zgłosiło chęć wstąpienia do EARSeL. Oficjalne przyjęcie do grona Stowarzyszenia Europejskich Laboratoriów Teledetekcji nastąpiło podczas 11. Sympozjum EARSeL, które odbyło się w dniach 3–5 VII 1991 r. w Grazu (Austria). Członkami Asocjacji z Polski zostały: Ośrodek Teledetekcji i Informacji Przestrzennej – OPOLiS z Instytutu Geodezji i Kartografii w Warszawie oraz Ośrodek Odbioru i Przetwarzania Danych Satelitarnych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Krakowie.

W trakcie sympozjum, wśród wielu referatów wygłaszanych przez przedstawicieli ośrodków

teledetekcji z krajów EWG, znalazły się także referaty z ośrodków teledetekcyjnych Europy Środkowej i Wschodniej, wywołując duże zainteresowanie i spore uznanie. Okazało się bowiem, że mimo wielu ograniczeń w dostępie do nowych technologii, wiele cennych prac w dziedzinie teledetekcji i jej zastosowaniu w badaniach globu ziemskiego powstało w skromnie niekiedy wyposażonych laboratoriach teledetekcyjnych Polski czy Węgier.

Seminarium EARSeL zostało poprzedzone jednodniowym spotkaniem poświęconym zagadnieniu kształcenia w zakresie teledetekcji w krajach Europy Środkowej i Wschodniej. Na tym polu różnica między dwoma częściami naszego kontynentu jest znaczna, dlatego też kraje Europy Zachodniej zobowiązały się podjąć kroki zmierzające do zmiany tej sytuacji, poprzez organizację specjalnych seminariów, wyposażenie uczelni w materiały dydaktyczne, pomoc w uzyskaniu sprzętu, organizację stażów w ważniejszych ośrodkach teledetekcyjnych, przyjazdy specjalistów na dłuższe pobyty do wschodnioeuropejskich ośrodków akademickich.

Andrzej Ciołkosz

D z i e w u l s k a - Ł o s i o w a A. *Ozon w atmosferze*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1991; ss. 396, rys., tab.

Zawartość ozonu w atmosferze jest niewielka; gdyby zebrać cały ozon atmosferyczny i rozmieścić go równomiernie przy powierzchni Ziemi (pod ciśnieniem normalnym i w temperaturze 0°C), to grubość warstwy ozonu wyniosłaby zaledwie 0,3 cm. Rola ozonu jest jednak niewspółmierna do jego ilości; warstwa ozonu musi być zachowana, aby uchronić życie na Ziemi przed niszczącym wpływem promieniowania ultrafioletowego.

Zagadnienia ozonu nabrały jeszcze większego znaczenia i aktualności w momencie, gdy okazało się, że nad Antarktydą pojawia się „dziura ozonowa”, a całkowita zawartość ozonu w skali globalnej ma tendencję malejącą. Z zadowoleniem należy więc przyjąć pojawienie się tej monografii. Autorka 30 lat temu zapoczątkowała systematyczne pomiary zawartości ozonu w Polsce i jest uznaną specjalistką w dziedzinie badań ozonu atmosferycznego. Należy również podkreślić, że monografia jest jedną z niewielu tego typu w światowej literaturze meteorologicznej.

Monografia składa się ze wstępu i 8 rozdziałów. We wstępie podano rys historyczny badań stratosfery i warstwy ozonu oraz ogólne informacje dotyczące widma absorbcyjnego ozonu i bilansu radiacyjnego górnych warstw atmosfery. W rozdziale drugim szczegółowo (20% całego tekstu) omówiono metody pomiaru zawartości ozonu. Rozdział trzeci zawiera charakterystykę klimatyczną stratosfery i mezosfery, przy czym specjalną uwagę zwrócono na te własności tych warstw i te zjawiska w nich zachodzące, które mają szczególny wpływ na zachowanie się warstwy ozonowej. Rozdział czwarty poświęcono zmienności czasowej i przestrzennej ozonu w atmosferze, w tym także omówiono zmiany czasowe o charakterze trendów. W rozdziale piątym przedstawiono klasyczną teorię Chapmana oraz ogólny zarys procesów chemicznych i fotolitycznych prowadzących do powstawania i destrukcji cząstek ozonu. W rozdziale szóstym omówiono wpływ procesów dynamicznych na czasową i przestrzenną zmienność zawartości ozonu. Przedstawiono mechanizmy transportu ozonu związane z ogólną cyrkulacją atmosfery, wpływ ociepleń stratosferycznych oraz quasi-dwuletnich oscylacji wiatru w strefie równikowej. Następnym rozdziałem poświęcono zewnętrznym mechanizmom prowadzącym do zmian zawartości ozonu, a mianowicie zmianom aktywności Słońca. W rozdziale ósmym omówiono modelowanie warstwy ozonu, najwięcej uwagi zwrócono przy tym na modele jednowymiarowe, trochę po macoszemu traktując modele dwu- i trójwymiarowe. Ostatni, dziewiąty rozdział poświęcono tym aspektom działalności człowieka, które prowadzą do zmian całkowitej zawartości ozonu lub mogą wpływać na zmiany jego rozkładu pionowego. Monografię zamyka obszerny spis literatury przedmiotu oraz — moim zdaniem — zbyt „oszczędny” i ogólnikowy skorowidz.

Zaletą monografii jest jej wszechstronność. Zagadnienia warstwy ozonowej przedstawiono w całym bogactwie wzajemnych i skomplikowanych powiązań własności tej warstwy z dynamiką atmosfery, aktywnością Słońca i działalnością człowieka. Układ monografii jest na ogół logiczny i przejrzysty. Duża liczba dobrze dobranych rysunków i tabel znacznie ułatwia zrozumienie tekstu. Jak na pozycję wydaną w 1991 r. zbyt mało miejsca poświęcono zagadnieniom związanym z ostatnimi odkryciami dotyczącymi dramatycznych zmian zawartości ozonu, ale winę ponosi tu długi cykl wydawniczy.

Można stwierdzić, że do skromnie prezentującej się ilościowo polskiej literatury meteorologicznej przybyła cenna i wartościowa pozycja, mogąca liczyć na szerokie zainteresowanie.

Janusz Borkowski

K o r e v a a r C. G. *North Sea climate — Based on observations from ships and lightvessels*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1990; ss. 137, rys., tab.

Autor książki jest dobrze znanym specjalistą w zakresie klimatologii morskiej, byłym przewodniczącym Grupy Roboczej ds. Klimatologii Morskiej Komisji Meteorologii Morskiej Światowej Organizacji Meteorologicznej (CMM WMO). Książka składa się z 4 rozdziałów o bardzo zróżnicowanej objętości, z których pierwszy jest zwięzłym wstępem, objaśniającym pochodzenie materiału obserwacyjnego, jego zakres i rozmieszczenie. Drugi krótki rozdział zawiera opis metod obserwacji charakteryzowanych dalej elementami klimatologicznymi i specyficzne dla poszczególnych elementów skale, w jakich są podawane w raportach SHIP. Rozdziały trzeci i czwarty zawierają właściwą analizę 9 głównych elementów, spośród których szczególnie dużo miejsca poświęcono wiatrowi i falowaniu.

Do opracowania charakterystyk klimatologicznych autor wykorzystał obserwacje z 4 latarniowców z południowej części Morza Północnego: Texel/Haaks, Borkum Riff, Smiths, Knoll i Noord Hinder. Poza danymi z latarniowców podstawę analizy stanowiło ok. 700 000 obserwacji SHIP z Morza Północnego z okresu 1961–1980. Tak duża liczba danych pozwoliła na uzyskanie charakterystyk zgodnych z wymogami zalecanymi przez *Zasady morskich zestawień klimatologicznych (Marine Climatological Summary Scheme)* WMO. W tym celu niezbędne jest równomierne pokrycie obserwacjami całego badanego obszaru, zarówno w przestrzeni, jak i w czasie (co najmniej 1 obserwacja wykonana w ciągu 2 dni w kwadracie o bokach 1° długości i 1° szerokości geograficznej). Obszar Morza Północnego, którego dotyczy praca, jest zawarty między 51 a 60°N. Całość została przetworzona w Królewskim Holenderskim Instytucie Meteorologicznym (KNMI).

Ze względu na ogrom materiału statystycznego autor stanął przed problemem jego selekcji. Z tego powodu mapy ilustrujące rozkład przestrzenny poszczególnych elementów oraz tabelaryczne i graficzne rozkłady częstości dotyczą jedynie miesięcy o charakterystykach ekstremalnych lub przeciętnych. Autor nie stosuje jednak ustalonego schematu prezentowania wyników, ani opisowego, ani graficznego, lecz przedstawia go w formie odpowiedniej do specyfiki danego elementu.

Charakterystyka termiczna regionu podana jest za pomocą map rozkładu temperatury powietrza, temperatury powierzchni morza oraz różnicy tych dwu elementów. Podany jest średni roczny przebieg temperatury powietrza i powierzchni morza w kilku wybranych obszarach Morza Północnego i latarniowcach, a w jednym z nich rozkład częstości obu tych wartości. Jako uzupełnienie podana jest zmienność z roku na rok temperatury lata i zimy od roku 1859 do końca lat siedemdziesiątych obecnego stulecia.

Dość szeroko potraktowana jest widzialność. Zilustrowany jest rozkład przestrzenny częstości występowania różnych zakresów widzialności oraz ich roczny przebieg na wybranych obszarach morza i latarniowcach. Autor podaje również informacje o przebiegu dobowym słabej widzialności, jej zależności od wiatru, długości czasu jej utrzymywania się itp. Zachmurzenie, opad oraz ciśnienie atmosferyczne autor traktuje marginesowo, jednak ilustruje ich roczny przebieg w wybranych obszarach.

Ponad dwie trzecie miejsca poświęca autor wiatrowi i falowaniu. Podaje przeważające kierunki wiatru oraz definiuje i określa liczbowo „stałość wiatru”. Podaje — w postaci map — procentową częstość występowania wiatrów o sile przekraczającej określone stopnie skali Beauforta, w tym wiatrów sztormowych, a także podaje roczny przebieg częstości występowania wiatru o określonej sile w różnych obszarach Morza Północnego. Ponadto podaje rozkłady siły wiatru na poszczególne kierunki, długotrwałość wiatru słabszego lub silniejszego niż określone stopnie skali Beauforta. Autor zamieszcza również mapy rozkładu prawdopodobieństwa wystąpienia wiatru przekraczającego określone prędkości i dokonuje porównania warunków anemometrycznych opracowywanego obszaru z wynikami innych autorów, odnoszącymi się do tego samego obszaru i okresu.

Podobną analizę przeprowadza w odniesieniu do falowania, najwięcej miejsca poświęcając rozkładowi kierunku i wysokości fal; ponadto wyznacza prawdopodobieństwo wystąpienia fal najwyższych.

Książka dostarcza cennych informacji zarówno dla specjalistów z zakresu klimatologii, jak również żeglugi i rybołówstwa, budownictwa morskiego oraz przemysłu wydobywczego. Książka jest starannie wydana, tabele, rysunki i mapy są niezwykle czytelne. Kilka drobnych zniekształceń, powstałych

prawdopodobnie wskutek tłumaczenia tekstu na angielski, oraz błędów drukarskich nie wprowadza niedokładności do merytorycznej zawartości książki.

Mirosław Miętus

Kocin P. J., Ucellini L. W. *Snowstorms along the Northeastern coast of the United States: 1955 to 1985*. Meteorological Monographs, Vol. 22, No. 44, American Meteorological Society, 1990; ss. 280, tab. 11, rys. 129, tab.

Z pewnością nie łatwo jest napisać monografię taką jak ta, a jednak to się autorom w zupełności udało; widać w tym ich doświadczenie, od wielu lat bowiem zajmują się m.in. historią intensywnych zjawisk pogodowych i gwałtownych zmian pogody. W rezultacie otrzymujemy w monografii materiał przedstawiony w sposób profesjonalny, z uwzględnieniem najnowszych wyników badań. Po wypunktowaniu w rozdziale 1. głównych czynników fizycznych i topograficznych towarzyszących intensywnym opadom śniegu (IOś) na wschodnim wybrzeżu Stanów Zjednoczonych, rozdział 2. zawiera zwięzły przegląd sytuacji z IOś od XVIII do XX wieku (do roku 1955). Szczegółowej analizie poddano w monografii 20 przypadków IOś z lat 1955–1985. Zdecydowały o tym z pewnością obszerniejsze dane pomiarowe, istniejące studia indywidualnych przypadków, wreszcie możliwość skonfrontowania nowych, bardziej wyrafinowanych technik analizy sytuacji meteorologicznej z wynikami prognoz numerycznych. Po przedstawieniu w rozdziale 3. klimatologicznej analizy sytuacji z IOś z okresu 1955–1985, następne rozdziały zawierają szczegółową analizę tych 20 wyselekcjonowanych przypadków.

Rozdział 4. zawiera tradycyjną analizę materiałów dolnych, takich jak: ciśnienie, wiatr, temperatura, wysokość opadu śniegu, tory cyklonów i antycyklonów, zatrzymywanie się chłodnego powietrza między Atlantykiem a Appalachami. Przybrzeżna frontogeneza i przyczyny błędów wielkoskalowych prognoz kończą rozważania wykorzystujące materiały dolne.

Rozdział 5., poświęcony analizie map górnych: 850, 700, 500, 300 i 200 hPa, rozpoczynają uwagi o warunkach w swobodnej atmosferze towarzyszących cyklogenezie przy powierzchni Ziemi. Listę badaczy, którzy zajmowali się tym zagadnieniem, rozpoczyna R. C. Sutcliffe, a kończy S. Pettersen. Jest to zwięzły i przejrzysty przegląd najważniejszych idei opracowanych w latach 1930–1960. Wydaje się, że będzie on pomocny zarówno dla wykładowców, jak i studentów meteorologii, jest bowiem przewodnikiem po cząstkowych opracowaniach, których efektem było sformułowanie pojęcia „rozwoju układu ciśnienia” przez Sutcliffe’a. Modelowi rozwoju układu ciśnienia końcową postać nadał Pettersen. Zgodnie z poglądem, że stan swobodnej atmosfery istotnie wpływa na sytuację meteorologiczną przy powierzchni Ziemi, analiza zawarta w tym rozdziale jest najobszerniejszą i najbardziej szczegółową. Na mapie 500 hPa analizowana jest wirowość, a także wielkość amplitudy izohips i długość 1/2 fali między zatoką a klinem. W analizie pól geopotencjału, temperatury i wiatru w dolnej troposferze preferowana jest mapa 850 hPa. Analizowane są też wiatry środkowej i górnej troposfery, prądy strumieniowe, ich czasowa zmienność i orientacja względem stref IOś. Dołączono także zdjęcia satelitarne w celu zilustrowania trójwymiarowego przepływu, zwracając szczególną uwagę na strefę transportu ciepłego powietrza, strefę transportu chłodnego powietrza i pochodzący z dolnej stratosfery strumień suchego powietrza.

Rozdział 6. zawiera — w postaci przejrzystej tablicy — podsumowanie fizycznych i dynamicznych procesów towarzyszących IOś. Dalej następuje wyliczenie procesów niezupełnie jeszcze poznanych, a obszerny spis problemów wartych zbadania kończy tekst.

Rozczarowuje fakt, że w monografii nie udało się podać opisu uogólnionej, uniwersalnej sytuacji meteorologicznej towarzyszącej IOś. Prawdopodobnie wynika to ze stanu naszej wiedzy — dość rozproszonej i niespójnej. Z pewnością postulowane przez autorów zbadanie czułości sytuacji z IOś ze względu na różne czynniki pozwoli zbliżyć się do tego celu.

Monografia jest kopalnią wiedzy z omawianej tematyki; spotka się z pewnością z zainteresowaniem badaczy, wykładowców i studentów, a także synoptyków osłaniających obszary, nad którymi występują

IOś. Wszyscy inni zajmujący się problemami cyklogenezy i frontogenezy, a także sytuacjami z niejednakowym pochyleniem powierzchni frontowej, znajdują w monografii cenne informacje dla lepszego zrozumienia procesów zachodzących w atmosferze. Niejednakowe pochylenie powierzchni frontowej nie ogranicza się wyłącznie do sytuacji z IOś. Recenzentowi znane są sytuacje meteorologiczne towarzyszące wezbraniowym opadom na południu Polski, w których można obserwować zatrzymywanie chłodniejszego powietrza przez łańcuch Karpat, a profil frontu atmosferycznego jest analogiczny do obserwowanego przy IOś. Zbadanie tych sytuacji, przy zastosowaniu użytej w monografii metody, wydaje się jak najbardziej celowe. Za bardzo cenne należy uznać 3 kolorowe rysunki przedstawiające trójwymiarowe schematy cyrkulacji przy IOś z uwzględnieniem wyników najnowszych badań. Istotnie, na ich przykładzie widać, jak dalece został już wzbogacony model cyklonu zaproponowany w 1918 r. przez J. B j e r k n e s a.

Autorzy przedstawili z talentem stan wiedzy dotyczącej omawianych zjawisk pogodowych. Monografię należy polecić wszystkim zajmującym się procesami meteorologicznymi w makroskali. Książkę rozpoczyna prolog, w którym opisano kompletne załamanie się oficjalnej prognozy pogody i gwałtowną śnieżycę, będącą później w monografii jednym z 20 analizowanych przypadków. Ta śnieżycza była dla jednego z autorów, wówczas 13-letniego chłopca, impulsem do podjęcia po latach próby opis takich sytuacji. Dodajmy — próby wcale udanej. Dla pocieszenia synoptyków, którym przede wszystkim polecamy tę monografię, można powiedzieć, że nie każde kompletne załamanie oficjalnej prognozy pogody musi być zaraz totalną klęską.

Henryk Piwkowski

Das Klima von Berlin (red. P. H u p f e r, F.-M. C h m i e l e w s k i). Akademie-Verlag Berlin, Berlin 1990; ss. 288, rys. 99, tab. 74.

Klimat Berlina jest obszerną monografią, w której poruszono liczne aspekty klimatu miasta Berlina i jego okolic. W pierwszym rozdziale omówiono czynniki kształtujące klimat na tym obszarze, w drugim — ogólne cechy klimatu miasta. Następne 5 rozdziałów zawiera charakterystykę elementów klimatu: promieniowania słonecznego, temperatury powietrza, widzialności i zanieczyszczenia powietrza (w tym rozdziale znalazła się wilgotność powietrza, zachmurzenie i mgły), opadów atmosferycznych i wiatru. Kolejny rozdział dotyczy zagadnień fenologicznych, w następnym podano informacje o rozkładzie pionowym temperatury, wilgotności i wiatru nad miastem (na podstawie sondaży do 4000 m nad gruntem). Przedostatni rozdział poświęcono zmianom klimatu od średniowiecza do współczesności, ostatni — typowemu przebiegowi pogody w badanym obszarze.

Monografia jest dziełem zbiorowym, chociaż największy wkład autorski wnieśli redaktorzy monografii: Peter H u p f e r i Frank-Michael C h m i e l e w s k i z Uniwersytetu Humboldta w Berlinie; rozdziały nie są autoryzowane. Mimo uwzględnienia wielu zagadnień, monografia pozostawia pewne poczucie niedosytu, ponieważ dotyczy głównie Berlina jako całości, mniej zaś wnika w zróżnicowanie klimatu na terenie miasta. Dane pochodzące z kilku posterunków meteorologicznych nie dają wystarczającej informacji o zakresie zróżnicowania uwarunkowanego m.in. charakterem zabudowy. Przyczyną takiego ujęcia jest zapewne fakt, że autorzy nie dysponowali porównywalnymi materiałami ze wschodniej i zachodniej części Berlina. Dlatego w książce nie spotykamy żadnej mapy przedstawiającej rozkład przestrzenny jakiegokolwiek elementu klimatu na omawianym obszarze.

Jest to więc monografia, w której znacznie większy nacisk położono na ogólne cechy klimatu i ich zmiany czasowe niż zróżnicowanie przestrzenne, co jest zagadnieniem niezwykle istotnym w obszarach wielkich miast. Mimo wspomnianego braku, monografia bez wątpienia zasługuje na uwagę. Warto dodać, że jest bardzo starannie wydana, ozdobiona grafikami widoków Berlina.

Urszula Kossowska-Cezak

Meteorološki terminološki slovar (red. Z. Petkovšek, Z. Leder). Slovenska akademija znanosti in umetnosti. Društvo meteorologov Slovenije. Ljubljana 1990; ss. 107.

Wspólnym wysiłkiem meteorologów i językoznawców słoweńskich został opracowany i wydany w nakładzie 2000 egz. słownik terminów meteorologicznych, odpowiadający na wzrastające zapotrzebowanie i zainteresowanie szerokiej opinii publicznej problematyką meteorologiczną. Potrzebę wydania słownika autorzy uzasadniają także i tym, że meteorologia jest coraz ściślej powiązana z innymi naukami: matematyczno-fizycznymi, chemicznymi, biologicznymi, medycznymi itp. Dlatego też krąg osób, do których adresowane jest wydawnictwo, może obejmować zarówno uczonych i studentów różnych dyscyplin, jak i miłośników meteorologii mających tylko ogólne przygotowanie. Sądzić tak można również po doborze haseł zestawionych w porządku alfabetycznym. Znajdują się wśród nich zarówno objaśnienia elementarnych terminów fizycznych, jednostek miar, nazw podstawowych przyrządów pomiarowych (np. 11 rodzajów termometrów), jak i z drugiej strony – zaawansowanych pojęć z dziedziny dynamiki atmosfery, modelowania procesów meteorologicznych czy optyki atmosferycznej. Bez wątpienia jest to do pewnego stopnia odbicie bezpośrednich zainteresowań naukowych autorów haseł (Z. Petkovšek, M. Borko, A. Hočevar, J. Rakovec, J. Urbančič, M. Vid a) – Katedra Meteorologii kierowana przez prof. Z. Petkovšeka należy do Wydziału Fizyki Uniwersytetu w Ljubljanie.

Słownik odznacza się przejrzystym układem haseł usystematyzowanych w sposób typowy dla tego rodzaju pozycji. Spis najważniejszych słowników meteorologicznych w różnych językach został zamieszczony na ostatniej stronie. Bardzo pożytecznym uzupełnieniem zasadniczej części słownika są objaśnienia łacińskich nazw chmur i zjawisk towarzyszących, wraz z tabelą klasyfikacyjną zgodną z *Międzynarodowym atlasem chmur*. Obejmują one rodzaje, gatunki, odmiany chmur itd., klasyfikację meteorów (hydrometeorów, litometeorów, fotometeorów i elektrometeorów), wraz z podaniem używanych przez meteorologów na mapach pogody symboli literowych i znaków graficznych. Osobny dodatek stanowią informacje o nazwach kierunków wiatrów, skrócona skala Beauforta, a także zestawienie najczęściej używanych w meteorologii i fizyce atmosfery symboli literowych alfabetu łacińskiego i greckiego. Użytecznym dopełnieniem całości jest zestawienie i objaśnienia używanych często w literaturze meteorologicznej skrótów nazw instytucji, programów badawczych, satelitów meteorologicznych itp.

Użytkownika słownika zachęca nie tylko treść merytoryczna książki, ale także staranna szata graficzna (czytelny druk, dobry papier). Towarzystwu Meteorologów Słowenii trzeba w tym miejscu pogratulować skuteczności działania, zwłaszcza jeśli tę pożyteczną inicjatywę wydania słownika rozważyć na tle naszych, polskich dotkliwych braków w tym zakresie. Podjęta dawno temu przez Polskie Towarzystwo Geofizyczne podobna inicjatywa nie doczekała się jeszcze niestety szczęśliwego finału.

Kazimierz Kłysik

Roth G. D., *Wetterkunde für alle*. BLV Verlagsgesellschaft, München – Zürich – Wien 1990; ss. 288, rys., fot., tab.

Ta skromnie wyglądająca książka, choć zachęcającą kolorową okładką, jest interesującą pozycją popularnonaukową z zakresu meteorologii. Jej przeznaczenie dla szerokiego kręgu czytelników (dodajmy: obszaru niemieckojęzycznego Europy) zdecydowało, że nie ma tu wzorów matematycznych, jest natomiast ogromna liczba fotografii i rysunków (przeważnie kolorowych), zajmujących niewiele mniej miejsca niż tekst. Odmienny niż w typowych podręcznikach meteorologii jest też układ treści: po krótkich rozdziałach wprowadzających, w których opisano podstawowe procesy kształtujące pogodę i klimat (promieniowanie słoneczne, ruchy Ziemi, ogólna cyrkulacja atmosfery, a także budowa atmosfery),

zamieszczono obszerny, zajmujący czwartą część książki, rozdział zawierający objaśnienia różnych pojęć z zakresu meteorologii. Większość z nich stanowią zjawiska atmosferyczne, ale znalazły się tu także masy powietrza, fronty atmosferyczne, układy baryczne, wiatry lokalne itp. Każde hasło jest opracowane według takiego samego schematu, w którym uwzględniono podstawy fizyczne zjawiska i jego znaczenie prognostyczne. W następnych rozdziałach omówiono elementy meteorologiczne (wraz z metodami pomiaru) i typowe sytuacje synoptyczne nad Europą (Grosswetterlagen), dalej wyjaśniono wpływ typu podłoża, rzeźby terenu itp. na pogodę, a także szerzej omówiono zagadnienie frontów atmosferycznych. Kolejne rozdziały dotyczą służby pogody, międzynarodowej klasyfikacji chmur, obserwacji meteorologicznych i innych. Kończy książkę 8-stronicowy leksykon.

Układ książki jest więc dość chaotyczny, rozdziały nie mają logicznej kolejności, a informacje na ten sam temat powtarzają się i są rozproszone w różnych częściach książki. Przy bliższym wejrzeniu jednak ta przypadkowość układu przestaje razić, gdyż okazuje się, że każdy rozdział stanowi odrębną całość, którą zainteresowany czytelnik może czytać z pełnym zrozumieniem nie znając treści rozdziałów poprzednich lub tylko korzystając z końcowego leksykonu. Nie ograniczono się do podania informacji, lecz wyjaśniono mechanizmy procesów zachodzących w atmosferze i ich uwarunkowania, doskonale zilustrowano wizualne przejawy tych procesów, zapoznano z najnowszymi metodami badawczymi. Aczkolwiek przeznaczona do szerokiego użytku, książka może stanowić interesujące uzupełnienie „oficjalnych” podręczników meteorologii.

Urszula Kossowska-Cezak

Meteorology and World War II (red. B. E. Giles). Royal Meteorological Society
– School of Geography, The University of Birmingham, 1987; ss. III + 79, rys.; 1989, ss. 101.

Od wieków losy bitew, a nawet całych kampanii, zależały od warunków atmosferycznych. Obecnie, przy zasadniczym znaczeniu lotnictwa w prowadzeniu wojny, uzależnienie takie jeszcze bardziej wzrosło; dotyczy to także marynarki i w pewnym stopniu armii lądowej.

Oddział Historii Meteorologii i Oceanografii Fizycznej Królewskiego Towarzystwa Meteorologicznego zorganizował w latach 1986 i 1988 wraz z Wydziałem Geografii Uniwersytetu w Birmingham konferencję z udziałem członków brytyjskiej wojskowej służby meteorologicznej z czasu II wojny światowej. Wygłoszone referaty zostały opublikowane w 2 recenzowanych publikacjach.

Rola meteorologów była wówczas szczególnie trudna, ponieważ od ich opinii zależały losy takich działań, jak np. lądowanie wojsk w Normandii, a uzyskanie danych meteorologicznych z obszaru planowanej akcji było niezmiernie utrudnione i zazwyczaj niepełne. Podstawowym narzędziem w rozwiązywaniu tych zagadnień były samoloty; wymieniono typy stosowanych samolotów oraz opisano organizację lotów meteorologicznych. W czasie lotu bezpośrednio przekazywano drogą radiową dane dotyczące pogody. Korzystano też z nasłuchu nieprzyjacielskich nadajników radiowych, a także zwracano się o dane meteorologiczne do grup partyzanckich, np. w Jugosławii. Odwrotnie też – znając z własnego rozpoznania warunki pogodowe nad Atlantykiem i odkodowując odpowiednie wiadomości nadawane przez niemieckie łodzie podwodne określano pozycję tych łodzi, co w znakomity sposób pozwalało na ich zwalczanie i omijanie zagrożenia.

W jednym z referatów omówiono działalność jednostki rozpoznania fotograficznego, która to jednostka fotografowała m.in. Rostock i Szczecin. Omówiono warunki meteorologiczne lądowania aliantów w Afryce Północnej w listopadzie 1942 r., przedstawiono osłonę meteorologiczną wielkich wypraw bombowych, opisano ogromną pracę meteorologów w przygotowaniu podróży mężów stanu na spotkania międzynarodowe. Opisano wprowadzenie i stosowanie urządzenia FIDO, służącego do rozpraszania mgły na pasach lotniska. Inne referaty dotyczą radiosond, balonów do określania kierunku wiatru na różnej wysokości, pracy na Malcie i Azji Południowo-Wschodniej oraz organizacji służby meteorologicznej w brytyjskiej marynarce wojennej.

Wśród autorów referatów znajdujemy znane nazwiska, z których wymienić należy przynajmniej wieloletniego sekretarza generalnego WMO sir Arthura Daviesa. Te dwie niepozorne książeczki stanowią pasjonującą lekturę zarówno dla meteorologów-praktyków, jak i badaczy najnowszej historii.

Lubomir Kossowski

Banfield E. *Antique barometers. An illustrated survey.* Baros Books, Trowbridge, England 1989; ss. 119, rys. 118.

Banfield E. *Barometers: Stick or cistern tube.* Baros Books, Trowbridge 1985; ss. 246, rys. 296.

Banfield E. *Barometers: Wheel or banjo.* Baros Books, Trowbridge 1985; ss. 150, rys. 165.

Banfield E. *Barometers: Aneroid and barographs.* Baros Books, Trowbridge 1985; ss. 151, rys. 130.

Pierwszy pomiar ciśnienia atmosferycznego został dokonany przez Evangelistę Toricellego w roku 1643. Od tego czasu zostały skonstruowane liczne przyrządy do pomiaru tego elementu meteorologicznego o podstawowym znaczeniu prognostycznym — przyrządy o różnej konstrukcji i oparte na różnych zasadach działania. Starymi barometrami od ćwierćwiecza pasjonuje się Edwin Banfield, angielski emerytowany biznesmen. Pasja ta zaowocowała wydaniem kilku książek.

Najwcześniej wydaną, po raz pierwszy w 1976 r. (recenzowany jest egzemplarz wydania 7. z 1989 r.), jest niewielka książka *Zabytkowe barometry*, w której autor przedstawił angielskie barometry skonstruowane w okresie od ok. 1690 do 1920 r. Po krótkim wprowadzeniu, dotyczącym historii pomiarów ciśnienia, w 6 rozdziałach omówiono różne typy barometrów: naczynkowe (rtęciowe z prostą rurką), z rurką załamaną (w celu zmniejszenia wymiarów przyrządu), barometry morskie (przystosowane do pomiaru przy dużych zmianach ciśnienia i temperatury oraz ruchach statku), barometry o kształcie koła (zmiany poziomu rtęci obserwowane są nie na skali liniowej, lecz przekazywane na wskazówkę), inne barometry rtęciowe i cieczowe (np. wodne o kilkakrotnie załamanej rurce; połączone z innymi przyrządami pomiarowymi itp.) oraz aneroidy. Opisane są konkretne eksponaty — każdy jest zilustrowany fotografią, jest podana firma i rok produkcji oraz wszelkie dane techniczne. W następnych latach autor zgromadził materiały dotyczące znacznie większej liczby zabytkowych barometrów; w roku 1985 zostały opublikowane 3 książki poświęcone różnym ich typom: rtęciowym z rurką prostą bądź załamaną i skalą liniową, rtęciowym ze skalą w kształcie koła i wskazówką oraz aneroidom (książki nie stanowią kolejnych tomów). Najobszerniejsza jest pierwsza książka, gdyż dotyczy najbardziej podstawowego typu barometrów, do dziś zresztą powszechnie stosowanych w służbie meteorologicznej. W minionych wiekach wiele opisanych egzemplarzy stanowiło jednak wyposażenie nie placówek badawczych, ale sprzęt domowy, którą to rolę obecnie pełnią wyłącznie aneroidy. Barometry te najczęściej były nie tylko pożytecznym przyrządem pomiarowym, ale też dziełem sztuki, tworzonym z cennych materiałów, takich jak mahoń czy kość słoniowa, z pięknie grawerowanymi skalami itp. Obok tych barometrów — dzieł sztuki opisano także przyrządy o specjalnym przeznaczeniu, m.in. barometry do pomiarów ciśnienia na morzu, w górach i na balonach.

Barometry ze skalą w kształcie koła często były umieszczane wraz z innymi przyrządami, w tym zwłaszcza z zegarami, i były używane głównie w domach. Wiele z nich także odznacza się niezwykle pięknym: skalą z masy perłowej, wykwintnym kształtem deski, niekiedy rzeźbionej lub malowanej.

Aneroidy prezentują się znacznie skromniej, choć i tu nie brak ciekawostek, jak np. barografy o nieznanym dziś rejestracji na papierze w kształcie koła, z piórkiem osadzonym centralnie. W tej książce, zatytułowanej *Aneroidy i barografy*, opisano także rozmaite proste domowe przyrządy służące do przewidywania pogody („domki pogody”).

Jak widać, omówione 3 książki zawierają rozwinięcie tematyki książki sprzed 9 lat, która zresztą do

tej pory doczekała się jeszcze 7 wydań; są też podobnie opracowane. Ponieważ każda z nich stanowi osobną całość, każdą otwiera ten sam rozdział dotyczący dziejów przewidywania pogody, w którym znajomość zmian ciśnienia ma zasadnicze znaczenie. Treść każdej książki jest podzielona na rozdziały, w których omówiono różne, bardziej szczegółowo wyróżnione typy barometrów, na ogół w kolejności chronologicznej ich konstruowania. Każdy egzemplarz jest zilustrowany i wyczerpująco opisany. Książkę kończy rozdział poświęcony właściwemu obchodzeniu się i konserwacji danego typu barometrów.

Omówione 4 książki E. Banfielda wzbudzają podziw tak dla ludzkiej inwencji, prowadzącej do powstania tak wielu różnych przyrządów służących temu samemu celowi, jak i dla pasji autora, który te przyrządy odszukał i zdokumentował. Należy podkreślić, że autor opisał barometry niemal wyłącznie produkcji angielskiej. Nie jest to wynikiem zainteresowania tylko produkcją własnego kraju – ta dawna potęga morska, a zarazem kraj o bardzo zmiennej pogodzie był szczególnie zainteresowany konstrukcją aparatury meteorologicznej¹. Książki E. Banfielda są kopalnią wiedzy o barometrach, są też interesującą lekturą, niewątpliwie zmieniającą spojrzenie na aparaturę pomiarową, z jaką współcześnie mamy do czynienia. Warto dodać, że mają też bardzo staranną postać edytorską.

Urszula Kossowska-Cezak

Collins P. R. *Care and restoration of barometers*. Baros Books, Trowbridge 1990; ss. 116, rys.

Wkrótce minie 350 lat od skonstruowania pierwszego barometru; od tej pory powstało wiele barometrów, z których część przetrwała do naszych czasów. Są to jednak przyrządy, które łatwo ulegają uszkodzeniu ze względu na użyte materiały: rtęć, szkło, metal. Dlatego istotną sprawą jest ich właściwa konserwacja i naprawa. Wydawnictwo Baros Books, którego staraniem ukazały się wcześniej książki poświęcone antycznym barometrom, opublikowało również pozycję na ten temat. Książka zawiera wskazówki, częstokroć ścisły instruktaż, poparty ilustracjami, dotyczący czyszczenia, napraw różnego typu uszkodzeń itd. Pozycja stanowi swojego rodzaju uzupełnienie książek E. B a n f i e l d a (p. wyżej) i może być bardzo przydatna tak dla fachowców, jak i kolekcjonerów starych barometrów.

Urszula Kossowska-Cezak

Turbulence. International Journal (red. J. W. E l s n e r). Technical University of Częstochowa, Annual 1, vol. 1, 1989.

Z prawdziwą przyjemnością informujemy Czytelników o ukazaniu się pierwszego numeru nowego, specjalistycznego czasopisma naukowego *Turbulence*. Czasopismo jest rocznikiem wydawanym przez Politechnikę Częstochowską, w którym publikuje się oryginalne prace naukowe związane z szeroko rozumianą problematyką zarówno teoretycznego, jak i eksperymentalnego ujęcia turbulencji. Założeniem programowym czasopisma jest podjęcie tematyki z zakresu: turbulentnego transportu różnych wielkości fizycznych, modelowania turbulencji, numerycznej termo-aerodynamiki przepływów turbulentnych, struktur koherentnych, turbulencji morskiej i wiatrowej, procesów turbulentnego spalania, metrologii przepływów turbulentnych i innych zagadnień turbulencji.

¹ Wyrazem tego jest kolekcja przyrządów meteorologicznych w brytyjskim Science Museum; muzeum to nadesłało do naszej redakcji katalogów przyrządów do pomiaru temperatury, zawierający ponad 150 pozycji, także głównie produkcji angielskiej.

Redakcja preferuje artykuły i komunikaty naukowe pisane w języku angielskim, ale nie wyklucza zamieszczania publikacji pisanych również w języku polskim.

Turbulencja jest dzisiaj jednym z ważniejszych i bardziej interesujących obszarów badań naukowych zarówno z punktu widzenia czystej wiedzy, jak i zastosowań techniki komputerowej. Czysto matematyczne podejście do turbulencji opiera się na równaniach Naviera-Stokesa. Rozwiązań analitycznych tych równań prawie nie znamy, a rozwiązania numeryczne, nawet przy użyciu superkomputerów, można uzyskać tylko dla najprostszyc przypadków przepływów turbulentnych.

Przyczyna tych trudności tkwi w bardzo złożonej strukturze przepływu turbulentnego. Opis tej struktury wymaga siatki numerycznej o bardzo małych rozmiarach, co w konsekwencji sprowadza się do obliczania poszukiwanych wartości w bardzo dużej liczbie węzłów. Przerasta to zdecydowanie możliwości współczesnych komputerów. Sytuacja ta spowodowała rozwój innych form badań turbulencji, takich jak badania eksperymentalne oraz tworzenie teorii opartych na zamykaniu równań Reynoldsa. Te trzy formy badań są dzisiaj szeroko rozwijane.

Pierwszy numer czasopisma zawiera 8 artykułów poświęconych zarówno pomiarom doświadczalnym, jak i matematycznemu modelowaniu turbulencji.

Czasopismo *Turbulence* znajdzie zapewne wielu czytelników, należy tylko życzyć Redakcji wytrwałości w przewyżnianiu licznych kłopotów i trudności, jakie czyhają obecnie na nowe czasopisma pojawiające się na rynku wydawniczym.

Włodzimierz Czernuszenko

Theoretical and Computational Fluid Dynamics. Volume 1. Springer International, 1990.

Czasopismo *Theoretical and Computational Fluid Dynamics* jest nową pozycją na dosyć bogatym już rynku wydawniczym dotyczącym teoretycznej i komputerowej dynamiki płynów.

Podstawowym celem komputerowej mechaniki płynów (KMP) jest dostarczenie nowego narzędzia, które może pomóc w wyjaśnieniu przebiegu złożonych zjawisk fizycznych w przepływach cieczy i gazów. Chodzi tu o przepływy o podstawowym znaczeniu dla nauki lub zastosowań inżynierskich. Pewne ważne problemy mechaniki płynów nie poddają się łatwo tradycyjnym metodom badawczym, takim jak metody analityczne czy empiryczne. Natomiast szybko rozwijająca się KMP osiągnęła dzisiaj stan umożliwiający szersze jej zastosowanie w badaniach naukowych, w tym i atakowanie nie rozwiązanych jeszcze problemów mechaniki płynów.

Zastosowanie KMP do wyjaśniania podstaw fizycznych przepływu może być z pożytkiem połączone z fundamentalnymi pracami teoretycznymi, które rzucają światło na wyniki przeprowadzonych obliczeń i eksperymentów lub mogą umożliwić wprost ulepszenie metod rozwiązań. Wydawanie czasopisma o wysokim poziomie naukowym poświęconego dynamice płynów umożliwi stworzenie forum do wymiany informacji i doświadczeń, a tym samym spowoduje przyspieszenie badań w tym kierunku.

Zamierzeniem tego czasopisma jest harmonijne powiązanie teorii i obliczeń komputerowych dla zrozumienia fizyki przepływu. Celem czasopisma jest publikowanie oryginalnych prac badawczych ukierunkowanych na wyjaśnienie fizyki przepływu, mających jednocześnie wartość naukową w teoretycznej i komputerowej dynamice płynów. Prace zgodne z tym zamierzeniem we wszystkich obszarach mechaniki płynów, takich jak turbulencja, stabilność hydrodynamiczna, konwekcja, geofizyczna dynamika płynów, dynamika przepływu gazów, przepływy nieniutonowskie itd., są w czasopiśmie mile widziane. Szczególnie pożądane są prace przedstawiające połączenie komputerowego i doświadczalnego podejścia w wyjaśnianiu złożonej fizyki przepływu i prace, które zawierają fundamentalną analizę teoretyczną, uzupełniającą lub wyjaśniającą komputerowo badane zjawisko. Również będą publikowane prace podstawowe dotyczące matematycznych teorii mechaniki płynów, zawierające część numeryczną.

W czasopiśmie będą publikowane prace naukowe, artykuły przeglądowe, krótkie komunikaty i listy

komentujące wcześniej publikowane prace. Sądząc po składzie komitetu redakcyjnego, który stanowią profesorowie ze znanych ośrodków naukowych, czasopismo powinno utrzymać wysoki poziom publikowanych artykułów. Zachęcamy przeto pracowników naukowych zajmujących się teoretyczną i komputerową dynamiką płynów do przeglądania tego czasopisma. W szczególności zwracamy uwagę na przeglądowy artykuł W. K o l l e m a n n a w numerze 5. czasopisma, na temat zastosowania funkcji gęstości prawdopodobieństwa do opisu turbulencji przepływu.

Włodzimierz Czernuszenko

L a n g G., S c h l ü c h t e r C. (red.) *Lake, mire and river environments during the last 15 000 years*. A. A. Balkema, Rotterdam — Brookfield 1988; ss. 229, rys., tab.

Jedną z typowo interdyscyplinarnych dziedzin przyrodniczych, która rozwinęła się dynamicznie w ciągu ostatnich dwóch dziesięcioleci, stała się paleohydrologia. Poszukiwania badawcze licznych specjalistów z zakresu różnych nauk o Ziemi (głównie hydrologii, geomorfologii i geologii) zostały skoncentrowane w obrębie tej dziedziny za pośrednictwem zinstytucjonalizowanych programów, m.in. w ramach programu IGCP 158 *Paleohydrologia strefy umiarkowanej w ciągu ostatnich 15 000 lat* i Eurosyberyjskiej Podkomisji do Badań nad Holocenem INQUA. Okresowo organizowane są spotkania naukowe, służące prezentacji wyników badań, wymianie doświadczeń i podsumowaniu dorobku dotychczasowych osiągnięć. Taki właśnie charakter miała konferencja zorganizowana pod auspicjami tej asocjacji przez Instytut Botaniki Uniwersytetu Berneńskiego, a omawiany tom pt. *Środowiska jeziorne, bagienne i rzeczne podczas ostatnich 15000 lat* pod redakcją Gerharda L a n g a i Christiana S c h l ü c h t e r a stanowi jej pokłosie. Książka składa się z 3 części, z których część pierwsza *Środowiska jeziorne i bagienne* nawiązuje do podprogramu B wspomnianego programu IGCP (Nr 158), część druga — do podprogramu A, natomiast część trzecia zatytułowana *Środowiska fluwialne i paleohydrologia: stan badań. Dwa spojrzenia z Polski* ma charakter syntetyczny i opiera się na dwóch odmiennych interpretacjach paleohydrologicznych autorów z Polski.

Większość z 21 artykułów dotyczy szeroko pojętej problematyki środowisk jeziornych i rzecznych, która zdecydowanie zdominowała ujęty w tytule temat środowiska bagiennego. Przeważają publikacje typu *case studies*, choć książka zawiera również artykuły przeglądowe.

Rozdział na temat środowisk jeziornych otwiera artykuł, w którym autorzy — B o u c h e r l e i Z ü l l i g — analizują 1000-letnią historię alpejskiego jeziora Cadagno w Szwajcarii, akcentując fakt sukcesywnej dostawy osadów w postaci osuwisk i lawin. Dodatkowo, wykryto fazy wyraźnej eutrofizacji jeziora, zaznaczonej m.in. poprzez koncentrację barwników bakteryjnych, co powiązano z ekspansją osadnictwa w zlewni. Opracowania dotyczące obszaru Polski opierają się na badaniach palynologicznych i izotopowych (tlenowych) osadów jeziornych z późnego Vistulianu i wczesnego holocenu. Stanowisko w Wolbromiu (L a t a ł o w a) dostarcza szczegółowego zapisu palynologicznego sukcesji roślinności interstadialnej, stanowiącego dobrą podstawę do dyskusji na temat wyrazistości klimatycznej (czy raczej jej braku) starszego dryasu. Wykorzystanie izotopów tlenowych w studium porównawczym (R ó ż a n s k i i in.) 3 stanowisk z Polski Wschodniej potwierdziło dobrą zgodność z danymi palynologicznymi, a ponadto pozwoliło wykryć kilkusetletnie opóźnienie w stosunku do krzywej ocieplenia holocenijskiego obszaru południowo-zachodniej części Europy Środkowej. Część kolejnych opracowań to specjalistyczne analizy osadów jeziornych z różnych stanowisk europejskich. Obejmują one takie obiekty, jak jezioro Hobschen w Szwajcarii (analiza okrzemkowa), zbiorniki jeziorne na Jurze Francuskiej, jeziora estońskie, w których m.in. stwierdzono zgodność zmian poziomu jezior z wahaniami eustatycznymi Bałtyku wzdłuż wybrzeża Estonii oraz stanowisko reperowe w południowo-zachodniej Bułgarii. Wybitnie przeglądowy charakter mają artykuły traktujące o mapach izopoli wybranych gatunków drzew w Czechosłowacji i podziale paleoekologicznym europejskiej części Związku Radzieckiego. Zdecydowanie interesującą

pozycją rozdziału limnicznego jest doniesienie K. T o l o n e n a i M. T o l o n e n a nawiązujące do południowej Finlandii. Porównanie analiz osadów z różnych, sąsiadujących ze sobą środowisk biotycznych skłania do dużej ostrożności, np. przy ocenie wpływów ludzkich na skład szaty roślinnej: wykryte w osadach jeziornych dowody na uprawę żyta ok. 800 r. p.n.e. nie znajdują potwierdzenia w zbliżonych przejawach działalności gospodarczej człowieka w osadach torfowiska aż do 1200 r. n.e.

Artykuły w części fluwialnej na ogół akcentują fakt złożonych uwarunkowań zewnętrznych w procesie przeobrażeń środowisk rzecznych. Równina rzeczna w północnej Grecji od czasów Aleksandra Wielkiego Macedońskiego była kształtowana pod dominującym wpływem wypiętrzenia epejrogenicznego i działań gospodarczych człowieka. Artykuł z Holandii (B o h n k e i in.) stanowi interesujący zwornik problematyki fluwialnej i jeziornej. Na przykładzie dwóch typów jezior w dolinach późnoglacialnych — jezior o genezie rzecznej i jezior wykształconych na planie ostańców po pingo — autorzy stwierdzili dowody na przemienne fazy suszy i wilgotności. Fazy suszy miały uwarunkowanie geomorfologiczne (skutek intensywnej erozji wgłębnej), bądź klimatyczne. O ile fazy erozji w dolinie Menu i proces dostosowywania się sieci rzecznej na obszarze Belgii i Holandii były podporządkowane zmianom klimatycznym, o tyle na obszarze Węgier dały o sobie znać oddziaływania wielkoskalowej tektoniki. W osadach zlewni Morawy zaznaczają się wyraźnie fazy eolizacji i występowanie licznych artefaktów, natomiast generacje paleokoryt Wisły w okolicach Krakowa są stowarzyszone ze splotem czynników tektonicznych, antropogenicznych i klimatycznych (S t a r k e l).

W zakończeniu książki zamieszczono dwa odmienne ujęcia metodyczne zastosowane w analizach paleohydrologicznych w Polsce. Zdaniem K o z a r s k i e g o i in. rozwinięcie koryta i geometria paleomeandrów odzwierciedlają warunki paleohydrologiczne. J. i. K. R o t n i c c y natomiast konkludują w swoim artykule, że zmienność przepływów rzek w klimacie umiarkowanym nie znajduje odbicia w typach rozwinięcia koryt.

Książka powinna spotkać się z zainteresowaniem ze strony badaczy czwartorzędu. Obfitość materiałów źródłowych z obszaru Europy Środkowej, w czym duża zasługa licznej grupy autorów z Polski, sprawie, że publikacja ta może być atrakcyjna dla czytelników z innych części świata.

Andrzej Witt

I s s a r A. S. *Water shall flow from the rock. Hydrogeology and climate in the lands of the Bible.* Springer-Verlag, Berlin — Heidelberg 1990; ss. 213, rys. 51.

Znana oficyna wydawnicza Springer-Verlag podjęła się edycji tej niezwyklej i oryginalnej w treści książki napisanej przez prof. dra Arie S. I s s a r a z Uniwersytetu Ben Guriona w Izraelu. Autor od wielu już lat zajmuje się zasobami wód podziemnych, w szczególności pustyni Negev, ale jest także dobrym znawcą i pasjonatem Biblii. W przedmowie konstatuje, iż inspirację do napisania książki czerpał z obserwacji świata przyrody (skała, źródła, jezior) w obrębie południowej części półwyspu Synaj, w górach Kashan (Iran) i w Meksyku, gdzie prowadził wieloletnie badania hydrogeologiczne.

Liczne przykłady i formy wykorzystania wód podziemnych przez: Beduinów, Egipcjan, chrześcijan w czasach Justyniana, Rzymian i Inków, przetrwałych ze starożytności, były dla niego zachętą do podjęcia głębszych studiów nad rekonstrukcją zdarzeń i faktów religijnych powiązanych z historią i przyrodą zapisaną w Biblii. Biblia — złożona ze Starego i Nowego Testamentu — jest zbiorem ksiąg powstałych między XII wiekiem p.n.e. a II wiekiem n.e. z literatury starohebrajskiej i wczesnochrześcijańskiej. Przez wiele wieków była traktowana jako główne dzieło naukowe świata chrześcijańskiego oraz najważniejsze źródło poznania dziejów i oblicza przyrody starożytnego Izraela i początków pierwotnego chrześcijaństwa. Ten fundamentalny opis stał się zatem znakomitą inspiracją do spojrzenia na świat przyrody w regionie Morza Śródziemnego, sięgającego korzeni przeszłości.

Główny temat tej pasjonującej publikacji, odnajdującej i eksponującej relacje pomiędzy księgami

Biblii a opisem geologicznym i regionalnym oraz faktami religijnymi, został uporządkowany w 13 rozdziałów, które ze względu na oryginalność ujęcia przytacza się in extenso: 1. Hydrogeolog czyta Biblię, 2. Skały, woda i gleby, 3. Oczy Tiamatu i Arka Noego, 4. Ucieczka Adama i Ewy, narodziny Kaina i Abla, 5. Dwie rzeki, dawcy życia i prawa, 6. Woda na ziemi El i Baal, 7. Ziemia jak Ogród Ziół, 8. Dziesięć plag – zmiana klimatu, 9. Wielka i straszna dzicz, 10. Wojny i rzeki, mury i studnie, 11. Królowie, tunele i kanały, 12. Woda, monarchowie i męczennicy, 13. Epilog.

Po wstępie umieszczony jest tekst wyjęty z jednego z Psalmów (104, 3–10), nawiązujący do sił przyrody: wiatru, wody, źródeł i pustyni. Ogólna bibliografia i wykorzystana literatura zawiera 26 pozycji napisanych wyłącznie w języku angielskim. Ponadto do każdego rozdziału wymieniono w sumie 126 prac źródłowych, bezpośrednio wykorzystanych oraz umieszczono opis map geologicznych Izraela, regionu Morza Śródziemnego i krótki *Atlas Biblii* L. C. Grollernberga wydany przez Penguin Books w 1978 r. Na końcu książki umieszczono 3 uzupełnienia do głównego tematu, przedstawiające współczesne metody badań i opisy: konstrukcji studni głębinowych na pustyni, metody badań wieku osadów i wody (izotopy: tlen ^{18}O , ciężki wodór, radiowęgiel ^{14}C), a także anomalie występowania siarczanów w glebie, skałach i wodzie.

Autor koncentruje się na regionie Morza Śródziemnego: od północnej Afryki i Anatolii do Morza Czerwonego i Zatoki Perskiej. Rozpoczyna od struktury geologicznej i stratygrafii osadów tego regionu, stanowiących fundament rozważań hydrogeologicznych. Przeprowadzone studia są próbą naukowego potwierdzenia i poznania zjawisk przyrodniczych: klimatologicznych, geologicznych, hydrogeologicznych opisywanych w Biblii.

Autor – z zawodu hydrogeolog, posługujący się wszechstronnymi metodami badań zmian klimatu i wieku skał – znajduje potwierdzenie zjawisk, faktów historycznych i religijnych opisywanych w księgach Biblii; przeprowadza naukową rekonstrukcję zjawisk przyrody i warunków środowiska. Wykorzystuje do tego celu zdjęcia satelitarne, analizy pyłkowe, metody izotopowe, wiercenia hydrogeologiczne, fotografie i liczne dokumenty archeologiczne. Dużą uwagę autor przywiązuje do poznania ujęć wód podziemnych, systemów nawadniania i przesyłania wody, akweduktów, zbiorników wodnych i stawów w systemach używanych w czasach starożytnych tego regionu, które przetrwały do współczesności lub ich ślady można rozpoznać. Zainteresowania Issara zmierzają do szczegółowego rozpoznania wydajnych, pulsujących źródeł krasowych w Kallirroe i Ain Feskha w zlewisku bezodpływowego Morza Martwego, połączonego rzeką Jordan z jeziorem Genezaret.

Szczególnie interesuje autora rekonstrukcja zmian klimatycznych w górnym czwartorzędzie. Bada zmiany klimatu w okresie ostatnich 6000 lat i poszukuje ich wpływu na środowisko i życie ludzi Bliskiego Wschodu. Skutecznie wiąże wyniki badań nauk przyrodniczych z dokumentami historycznymi i źródłami archeologicznymi. Zmiany klimatu opisane według zdarzeń zawartych w księgach Biblii są wyjaśnione z punktu widzenia dialektyki, tzn. ekorozwoju hydrogeologicznego i paleoklimatologicznego.

Woda tryśnie ze skały to książka ekscytująca specjalistów z różnych nauk przyrodniczych i nauk o Ziemi interesujących się przeszłością, rozkwitem i upadkiem cywilizacji Bliskiego Wschodu. Recenzent nie czuje się jednak w pełni kompetentny do szerszego zaprezentowania treści i obiektywnej oceny tej oryginalnej, ale i trudnej książki, pozostawiając to znawcom Biblii i czytelnikom.

Małgorzata Gutry-Korycka

Earth observations and global change decision making, 1989: A national partnership
(red. I. W. Ginsberg, J. A. Angelo jr). Krieger, Malabar USA, 1990;
ss. VII + 355, tab., rys.

W obecnej chwili truizmem staje się stwierdzenie, że działalność człowieka wywiera istotny wpływ na środowisko. Obserwujemy przecież zmniejszanie się zawartości ozonu, zwiększanie koncentracji dwutlenku węgla, w ciągu ostatnich 100 lat średnia temperatura globalna wzrosła o 1°C , a średni poziom oceanów

podniósł się o 10–25 cm. Podstawowe pytania, które przy tym się nasuwają, to: w jakim stopniu zmiany te są znaczące, co wróżą oraz czy możemy i czy powinniśmy podjąć działania, które zapobiegłyby tym zmianom.

Problemy te są obecnie rozważane nie tylko przez społeczność uczonych z dziedziny nauki o Ziemi, ale w coraz większym stopniu stają się przedmiotem zainteresowań polityków i szerokiej opinii publicznej. Organizowane są liczne konferencje i sympozja poświęcone tym zagadnieniom. Omawiana książka stanowi właśnie zapis przebiegu konferencji zorganizowanej w Waszyngtonie jesienią 1989 r., której hasłem było tworzenie narodowego współdziałania w sprawach zmian globalnych, wykorzystując przy tym obserwacje planety Ziemi w procesie podejmowania decyzji. W konferencji brali udział nie tylko uczeni, ale także członkowie Kongresu i Senatu Stanów Zjednoczonych, redaktorzy czasopism popularno-naukowych i politycznych i reprezentanci kół przemysłowych.

Na konferencję złożyło się 7 sesji, na których przedyskutowano bardzo wszechstronnie zagadnienia związane z zagrożeniami, które niesie współczesna cywilizacja. Fakt uczestnictwa w konferencji tak różnorodnego zespołu pozwolił na przedstawienie wszystkich aspektów zagadnienia: politycznych, ekonomicznych, społecznych i naukowych. Fakt ten stał się również przyczyną tego, że wypowiedzi miały charakter popularny. Zaprezentowano jednak także 21 prac ujętych w następujące grupy: zmiany globalne i opracowanie danych (8 prac), zmiany globalne i edukacja (2), zmiany globalne i badania (7), zmiany globalne i polityka (4). Za najbardziej interesujące uważam prace poświęcone problemom zbierania, przechowywania i udostępniania ogromnej ilości danych (przewiduje się dopływ 10^{13} bitów dziennie). Książkę zamyka bardzo użyteczny słownik używanych skrótów i podstawowych terminów. Książka może być niewątpliwie użyteczna dla wszystkich, którzy interesują się zmianami globalnymi.

Janusz Borkowski

Annales Geophysicae (Atmospheres, Hydrospheres and Space Sciences). European Geophysical Society XVI General Assembly, Wiesbaden 22–26 April. Supplement to Volume 9, EGS — Springer International, Berlin — Heidelberg 1991; ss. 613, rys., tab.

Europejskie Towarzystwo Geofizyczne (European Geophysical Society — EGS) powstało w 1971 r. stawiając sobie za cel rozwój geofizyki oraz nauk o Ziemi. Działalność EGS obejmuje kraje europejskie przyczyniając się do rozwoju współpracy naukowej między specjalistami, grupami badawczymi oraz organizacjami naukowymi. EGS jest zorganizowane w formie następujących sekcji: Solid Earth Geophysics, Oceans and Atmosphere, Solar-Terrestrial Planetary and Solar System, Hydrological Sciences; w skład tej organizacji wchodzi również grupy robocze. Prace organizacyjne prowadzi Rada oraz stały sekretariat.

EGS wydaje następujące czasopisma: *Geophysical Journal International* (poświęcone geofizyce skorupy ziemskiej), *Tectonics* (publikowane są artykuły na temat litosfery i tektoniki), *Annales Geophysicae* zawiera prace z dziedziny fizyki oceanów i atmosfery i magnetosfery Ziemi, warstw granicznych Ziemi i innych planet, fizyki Słońca), *Surveys in Geophysics* (publikowane są przeglądowe prace na temat osiągnięć we wszystkich obszarach geofizyki). *Annales Geophysicae* powstało w 1983 r. w wyniku połączenia *Annales de Géophysique* i *Annali di Geofisica*.

EGS organizuje co roku ogólny zjazd, który odbywa się zazwyczaj w kwietniu. Na takich spotkaniach są prezentowane referaty naukowe w sesjach, których profil pokrywa się z zakresem zainteresowań sekcji. Streszczenia referatów są publikowane w formie dodatku do czasopisma *Annales Geophysicae*. Przegląd referatów z XVI zjazdu, który odbył się w dniach 22–26 IV 1991 r. w Wiesbaden, został wydany jako suplement do 9. tomu. Zbiór otwiera słowo wstępne W. I. A x f o r d a, obecnego prezydenta EGS. Ogólna liczba referatów, których streszczenia opublikowano w suplementcie, jest imponująca, bo wynosi aż 1780 pozycji.

Rozdział poświęcony naukom hydrologicznym (Sesja V) zawiera referaty pogrupowane w następujące rozdziały: modelowanie procesów w strefie aeracji, systemy geoinformacyjne i wspomaganie decyzji w hydrologii, modele stochastyczno-deterministyczne, określanie parametrów w modelach hydrologicznych, monitoring i modelowanie transportu zanieczyszczeń w hydrogeologii, hydrologia i gospodarka wodna w obszarach pól suchych, modelowanie hydrologiczne w melioracji i nawadnianiu. Z hydrologią była związana także tematyka VI Sesji poświęcona procesom nieliniowym w geofizyce, takim jak chaos i turbulencja. Wiele interesujących prac zaprezentowano w trakcie VII Sesji, w trakcie której omawiano zagadnienia hydrologii globalnej.

Pozostałe streszczenia obejmują ogromny obszar wiedzy od geofizyki skorupy ziemskiej do fizyki planet układu słonecznego. Wydanie streszczeń referatów jest bardzo cenną inicjatywą, ponieważ umożliwia odnalezienie interesujących prac z szerokiego kręgu nauki europejskiej. Korzystanie z suplementu jest jednak chwilami nieco kłopotliwe, ponieważ nie zamieszczono alfabetycznego spisu autorów.

Artur Magnuszewski

Revue de l'Institut Français du Pétrole, numéro spécial — séismique, vol. 45, nr 3, mai — juin 1990 (red. G. G r a u). Editions Technip, Paris 1990; s. 295–453, rys.

Podczas 51. Kongresu EAEG (European Association of Exploration Geophysicists — Europejskie Stowarzyszenie Geofizyków Poszukiwawczych), który odbył się w maju 1989 r. w Berlinie, jednodniowa sesja została poświęcona praktycznym aspektom inwersji w sejsmice. W geofizyce, a w sejsmice poszukiwawczej w szczególności, pod pojęciem inwersji rozumie się operację mającą na celu znalezienie modelu geologicznego ośrodka na podstawie obserwacji powierzchniowych. W wyznaczaniu parametrów sprężystych i gęstości skał, obok obserwowanego sejsmicznego pola falowego, powinno uwzględnić się również inne, niesejsmiczne dane, takie jak informacje z głębokich odwiertów, geologiczną wiedzę o stratygrafii badanego obszaru, styl tektoniczny. Proces inwersji jest bardzo złożony, a w obliczeniach komputerowych wykorzystuje się dla celów praktycznych różne procedury. Ideą sesji było dokonanie ich przeglądu oraz określenie możliwości inwersji danych sejsmicznych końca lat osiemdziesiątych. W tym celu grupy sejsmików z Europy Zachodniej i Stanów Zjednoczonych opracowały testowy zestaw danych refleksyjnych używając różnych procedur inwersyjnych (m.in. INTEGRATE, ROVIM, SPIDER, SSI, HIGHRES, INTERWELL, DMO). Wyniki interpretacji przedstawiono i dyskutowano podczas sesji, a część z nich opublikowano w 7 artykułach numeru specjalnego *Revue de l'Institut Français du Pétrole*. Jak pisze we wstępie do tego numeru G. G r a u, „celem porównania nie była ocena sprawności uczestników, czy też rywalizacja pomiędzy zespołami i szkołami; intencją było raczej sprawdzenie możliwości obecnie dostępnych procedur inwersyjnych”. Wyniki przedstawione podczas sesji ilustrują efektywność inwersji sejsmicznej, a także znaczenie wykorzystania informacji geologicznych. Na uwagę zasługuje bardzo staranne i czytelne zilustrowanie wszystkich prac kolorowymi reprodukcjami sekcji sejsmicznych. Numer zawiera również słownik ponad 170 terminów z zakresu stratygrafii sejsmicznej. W odróżnieniu od tekstów wszystkich artykułów, które zostały opublikowane w języku angielskim, objaśnienia terminów podano w języku francuskim, znacznie mniej rozpowszechnionym w naukowej literaturze geofizycznej.

Omawiana pozycja jest kierowana przede wszystkim do sejsmików-praktyków, ale zainteresuje z pewnością wszystkich mających do czynienia z problemem inwersji w opracowaniu materiałów sejsmiki refleksyjnej.

Marek Grad

Seim R., Tischendorf G. (red.) *Grundlagen der Geochemie*. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1990; ss. 632, rys. 274, tab. 130.

W przygotowaniu podręcznika wzięło udział 8 współautorów, reprezentujących różne ośrodki naukowe NRD, przy czym zasadniczy wkład wnieśli redaktorzy. Podręcznik powstał z inspiracji prof. H. J. Rösslera, współautora tłumaczonych na wiele języków tabel geochemicznych (*Geochemische Tabellen*, 1975). Przyczyniło się to zapewne do ukształtowania podręcznika o niemal encyklopedycznej zawartości. Jest on przeznaczony dla studiujących nauki o Ziemi, równocześnie jednak adresowany jest do szerszego grona czytelników, interesujących się nie tylko surowcami mineralnymi i ich poszukiwaniami. Znajduje się w nim wiele cennych informacji z zakresu zagadnień mieszczących się na styku różnych dyscyplin nauk przyrodniczych związanych z rozmieszczeniem i migracją poszczególnych pierwiastków w różnych środowiskach naturalnych. Nie pominięto również zagadnień ekologicznych, a zwłaszcza wpływu zmian koncentracji pierwiastków w biosferze pod wpływem technologicznej działalności człowieka. Podręcznik odznacza się daleko idącym usystematyzowaniem problematyki geochemicznej, łącznie z próbą syntetycznego ujęcia podstaw teoretycznych geochemii jako dyscypliny nauk przyrodniczych. Odszukanie interesującej czytelnika kwestii ułatwia drobniawy podział treści przedstawionej w 13 rozdziałach, 59 podrozdziałach i 100 dalszych punktach. Dla czytelników zainteresowanych poszerzeniem wiadomości przedstawionych w poszczególnych rozdziałach bardzo użyteczny jest zestaw najistotniejszych pozycji piśmiennictwa (58 stron), ułatwiający wybór źródłowych prac i obejmujący szeroki zakres geochemii teoretycznej i stosowanej. Wartościowym dodatkiem jest załączony do podręcznika zestaw tabelarycznych ujęć informacji o rozmieszczeniu pierwiastków w poszczególnych obiektach i środowiskach naturalnych. Są wśród nich także zbiorcze wykresy niektórych właściwości fizyko-chemicznych pierwiastków i ich związków. Załączniki te w pewnym stopniu zastępują szczegółowy opis geochemicznego zachowania się poszczególnych pierwiastków w przyrodzie.

W części ogólnej podręcznika podano próbę systemowego przedstawienia zagadnień z zakresu metodologii badań geochemicznych oraz definicje pojęć i układów. W sposób nowoczesny naświetlono teoretyczne uwarunkowania zachowania się pierwiastków i ich związków w przyrodzie; uwzględniają one termodynamiczny i energetyczny aspekt procesów geochemicznych. Rozpatrzono przy tym ważniejsze czynniki wpływające na rozmieszczenie pierwiastków w poszczególnych układach naturalnych.

Odrębny rozdział (J. Pilot, Bergakademie Freiberg) jest poświęcony geochemii izotopów. Po przedstawieniu w zwięzłej formie teoretycznych podstaw i omówieniu warunków różnicowania się składu izotopowego pierwiastków podano również zarys geochemicznego różnicowania się składu izotopowego kilku pierwiastków w oddzielnym ujęciu, odstępując od przyjętej przez innych autorów podręcznika formuły.

W części szczegółowej omówiono w bardzo dużym skrócie kosmochemię i budowę wnętrza Ziemi. Szerzej potraktowana została geochemia skorupy ziemskiej (R. Seim i G. Tischendorf), w której uwzględniono również aspekt złożowy. Poszczególne podrozdziały części szczegółowej poświęcone są: geochemii hydrosfery, biosfery i atmosfery. Odrębnie przedstawiona została też tematyka geochemii środowiska i ekologii geochemicznej. Tę część podręcznika zamyka rozdział poświęcony prospekcji geochemicznej, w którym omówiono poszczególne metody w praktyce poszukiwania złóż.

Należy podkreślić wszechstronne przedstawienie problematyki geochemicznej i związanej z nią syntezy informacji udokumentowanej źródłowymi informacjami. Na tym tle jednak nasuwa się refleksja dotycząca ignorowania w podręcznikach geochemii zagadnienia radiolizy wody i wpływu jej produktów na kształtowanie się środowiska geochemicznego. Fakt ten jest dobrze znany wszystkim przyrodnikom. Od początku tego wieku stwierdzono, że w środowisku wodnym do 5% energii promieniowania wydzielanego przy rozkładzie promieniotwórczym zostaje zużyte na utworzenie się produktów chemicznych, w tym wody utlenionej i wodoru. Pominięcie najważniejszego źródła utleniaczy w problematyce geochemicznej musi oddziaływać na prawidłowy sposób oceniania ich roli w środowisku; pomijanie tego czynnika dostrzega się tylko w naukach o Ziemi, podczas gdy chemicy, a także technolodzy dysponują szczegółowymi danymi dotyczącymi tych zagadnień.

Zygmunt Waleńczak

Cheng H. H. *Pesticides in the soil environment: Processes, impacts, and modelling*. No 2 in the SSSA Book Series, SSSA Inc., Madison, Wisconsin, USA, 1990; ss. 530, rys. tab.

Książka ta jest drugą z serii publikacji Amerykańskiego Towarzystwa Gleboznawczego (SSSA) dotyczącej podstawowych zagadnień z dziedziny gleboznawstwa. Pierwsza z nich, *Minerals in Soil Environment* (1989)¹, dotyczyła naturalnych składników gleby, podczas gdy obecna stosowana przez rolników środków ochrony roślin. Pestycydy (rozumiane tutaj jako organiczne związki syntetyczne) od początków stosowania wzbudzały duże zainteresowanie rolników, gleboznawców i osób zajmujących się ochroną środowiska. Celem książki jest przedstawienie naturalnych sposobów rozprzestrzeniania się i akumulacji pestycydów w warstwie glebowej. Poznanie tego zagadnienia może okazać się pomocne w ocenie skuteczności pestycydów w zwalczaniu szkodników oraz roli, jaką odgrywają one w przeobrażaniu nie tylko gleb, ale całego środowiska przyrodniczego.

Krótki, pierwszy rozdział stanowi bardzo ogólny przegląd czynników i procesów decydujących o zachowaniu się pestycydów zarówno w glebie, jak i w innych komponentach przyrodniczych. Rozdział drugi zawiera wyczerpujące omówienie źródeł pestycydów oraz praw rządzących dyspersją pyłów w atmosferze. Pestycydy mogą być wprowadzane do środowiska w postaci ciekłej, gazowej bądź stałej – proszki, pyły, granulaty. Transport pestycydów w postaci pyłów był badany w sposób stacjonarny na obszarze Kanady i USA. W wyniku tych badań obecny sposób stosowania środków ochrony roślin oceniono jako mało skuteczny w zwalczaniu szkodników, a przynoszący szkody w środowisku. W rozdziałach trzecim i czwartym przedstawione są zagadnienia związane ze sposobami zatrzymywania pestycydów w glebie. Retencja składników w glebie zależy od wielkości i jakości kompleksu sorpcyjnego, chociaż nie jest to jedyny sposób zapobiegania przedostawaniu się pestycydów do głębszych warstw litosfery i poziomu wód gruntowych. Pozostające w glebie pestycydy ulegają różnego typu przekształceniom, zarówno w sposób biologiczny, jak i przy udziale abiotycznych komponentów środowiska. Zagadnienia te są wyczerpująco omówione w rozdziałach piątym i szóstym. Część kierowanych do środowiska glebowego związków chemicznych nie ulega retencji, ani też nie jest wykorzystywana do zwalczania szkodników. Nadmiar pestycydów jest transportowany do wód gruntowych i powierzchniowych zgodnie z zasadami mechaniki płynów. Na skutek zachodzących w glebie przeobrażeń część tych związków ulega ulatnianiu i wyparowaniu. Transportem sztucznych dla środowiska związków chemicznych oraz ich rolą w zanieczyszczeniu naturalnych siedlisk przyrodniczych zajmują się 3 kolejne rozdziały. W rozdziale dziesiątym są przedstawione modele obiegu pestycydów w całym środowisku glebowym, które uwzględniają wszystkie, omówione w poprzednich częściach książki, prawa chemiczne i fizyczne rządzące ruchem i sorpcją pestycydów; rozdział ten stanowi zatem podsumowanie badań nad pestycydami. W każdym z prezentowanych modeli uwypuklone są te cechy komponentów środowiska, które w danej fazie przeobrażeń pestycydów odgrywają najważniejszą rolę.

Rozdział jedenasty zawiera dyskusję nad skutecznością stosowanych pestycydów. Autorzy podkreślają brak współpracy między przedstawicielami różnych dyscyplin nad biologicznymi i fizyko-chemicznymi przemianami stosowanych środków ochrony roślin. W dwóch przedostatnich rozdziałach książki omówiono wpływ pestycydów na poszczególne gatunki biologiczne (np. owady czy ssaki). Wykorzystywanie pestycydów może być rozpatrywane pod kątem ryzyka trudnych do przewidzenia zmian w środowisku, a także wymiernych zysków, np. w postaci zwiększonych plonów. Czy w ogóle środki ochrony roślin powinny być stosowane, a jeśli tak, to w jaki sposób powinno być ukierunkowane ich wykorzystanie – na te pytania odpowiada ostatni rozdział książki.

Informacje zawarte w omawianej pozycji obrazują stan troski gleboznawców o naturalne zasoby gleb i ich ochronę. Jest to podręcznik interdyscyplinarny, dzięki któremu wielu specjalistów (gleboznawców, chemików, biologów) może pogłębić swoją wiedzę.

Anna Oldak

¹ Przegląd Geofizyczny, 1991, z. 2.

V a n A n d e l T. H. *New views on an old planet. Continental drift and the history of Earth*. Cambridge University Press, Cambridge 1991; ss. 324, rys., tab.

Jest to już szóste z kolei wydanie książki profesora Uniwersytetu Stanford T. H. v a n A n d e l a, opublikowanej po raz pierwszy w roku 1985. Niech rekomendacją do sięgnięcia po tę książkę będzie fakt, iż jej autor otrzymał w roku 1986 nagrodę Stowarzyszenia Wydawców Amerykańskich w dziedzinie nauk fizycznych. Książka stanowi znakomite wprowadzenie do historii Ziemi. Poświęcona jest zmianom zachodzącym we wnętrzu Ziemi, morzach i oceanach oraz w atmosferze. Dryf kontynentów, wahania klimatu i rozwój życia — to najważniejsze procesy w liczącej ponad 4 miliardy lat historii naszej planety. Tematyka przedstawionych w książce faktów, hipotez i idei pochodzi z pogranicza wielu dziedzin nauk przyrodniczych, takich jak geologia, geofizyka, fizyka atmosfery, klimatologia, oceanologia, biologia. O różnorodności tematyki niech świadczą wybrane tytuły rozdziałów: Skąły, zjawiska i czas; Zjawiska w czasie i przestrzeni; Ile lat ma Ziemia?; Skala geologiczna; Klimat i jego zmiany; Zlodowacenia; Dryf kontynentów i tektonika płyt; Wędrujące bieguny czy wędrujące kontynenty?; Anomalie magnetyczne; Transgresja i regresja; Cyrkulacja oceaniczna; Narodziny „twardej” Ziemi; Pierwsze kontynenty; Woda dla morza, powietrze dla atmosfery; Pierwsze organizmy; Kości naszych przodków; Po Darwinie; Kryzysy i katastrofy. Książkę kończy słownik wyjaśniający znaczenia ponad 100 terminów oraz obszerny indeks. Mogą one być bardzo użyteczne, szczególnie dla nie wprowadzonych w tematykę czytelników. Autor pominął często skomplikowany aparat matematyczny oraz dyskusje teoretyczne. Materiał przedstawiony został bardzo przejrzysto, a pomagają w tym znakomicie dobrane ilustracje. Książkę można z pewnością polecić studentom młodszych lat studiów przyrodniczych, a przetłumaczenie jej na język polski pozwoliłoby skierować ją do szerszego kręgu czytelników.

Marek Grad

W i t t R. *Die Anfänge von Kartographie und Topographie Schleswig-Holsteins 1475—1652*. Verlag Boyens and Co., Heide in Holstein 1982; ss. 96, rys. 57.

Książka jest poświęcona początkom kartografii odnoszącej się do obszaru Szlezewiku i Holsztynu (w szerszym niż dzisiaj pojęciu — od Hamburga po Lubeke), zawiera reprodukcje najważniejszych starych map, rycin grodów i miast, faksymile kronik i epigramów. Zebrane w niej zostały dzieła kartograficzne wielkiej rzadkości, rozproszone w różnych miejscach, niekiedy unikatowe. Są one świadectwem ciągłych zmian, jakie zachodziły od wieków na tych obszarach, często nawiedzanych przez groźne powodzie morskie i intensywnie przekształcanych przez człowieka. Autor daje przegląd kartografii regionalnej na przykładach starych map średniowiecznych, ptolemeuszowych map z okresu renesansu, odręcznych map procesowych i administracyjnych regionu, najstarszych map drukowanych (mapy drzeworytnicze). Omawia też wspaniałe szesnastowieczne sztychy przedstawiające obrazy miast, instrukcje żeglugowe, pierwsze mapy morskie i mapy wybrzeża zachodniego Półwyspu Jutlandzkiego. W ostatnim rozdziale dana jest sylwetka kartografa Johanna M e j e r a z Husum (XVII w.) oraz przypomniano okazały opis kraju Caspara D a n c k w e r t h a, wydany w tymże mieście w 1652 r. (300 stron dużego formatu).

Aleksander Majewski

ITC Journal. Special issue: Remote Sensing and GIS. The International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), Enschede 1990; No. 3, ss. 107.

Prezentowane czasopismo jest kwartalnikiem wydawanym przez International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC) w Holandii. Organizacja ta jest fundacją założoną w 1951 r.

pod nazwą International Training Center (ITC). Zadaniem ITC było początkowo kształcenie specjalistów z byłych kolonii Holandii, z biegiem lat Instytut rozwinął się w dużą międzynarodową organizację, której obszar zainteresowań i działalności obejmuje praktycznie cały świat. Instytut specjalizuje się w zastosowaniu technik teledetekcyjnych we wszelkich dziedzinach nauki o Ziemi. Kwartalnik jest pomyślany jako miejsce prezentacji osiągnięć badawczych ITC, a także stawia sobie za zadanie rozpowszechnianie informacji naukowej wśród byłych absolwentów. Czasopismo ukazuje się od 1971 r.; początkowo było poświęcone głównie fotogrametrii, a obecnie obejmuje szerszy zakres zagadnień z informatyką włącznie. Nakład wynosi ok. 6000 egzemplarzy, rozprowadzanych głównie wśród absolwentów ITC oraz bibliotek i osób zainteresowanych.

W ITC od 1984 r. podjęto prace nad opracowaniem systemu geoinformacyjnego (GIS), który nosi nazwę Integrated Land and Water Management Information System (ILWIS). Program ten jest powszechnie używany w ITC w badaniach naukowych, jak również przez studentów przy przygotowaniu prac magisterskich.

Prezentowany zeszyt ITC Journal jest w całości poświęcony prezentacji programu ILWIS i jego zastosowaniom. Przedmowę i rodzaj wprowadzenia stanowi artykuł prof. Meijerinka na temat historii powstania ILWIS, jego struktury i potencjalnych zastosowań. Interesujące są dwa wstępne artykuły, z których pierwszy dotyczy zagadnienia doboru odpowiedniej wielkości pól elementarnych dla prezentacji map tematycznych w systemie rastrowym GIS, drugi zaś zawiera metody szacowania niedokładności interpretacji wizualnej obrazów satelitarnych. Kolejne artykuły są poświęcone różnym zastosowaniom systemu ILWIS w takich dziedzinach, jak szybka aktualizacja rozwoju miasta, prowadzenie prawidłowej gospodarki w lasach tropikalnych Indonezji, modelowanie rozwoju wąwozów w Meksyku, planowanie przebiegu tras komunikacyjnych w Nigerii, opracowanie bazy danych o glebach Wenezueli, cyfrowe opracowanie danych geofizycznych w systemie rastrowym. W numerze znalazły się także dwa artykuły, których autorami są informatycy pracujący nad rozwojem systemu ILWIS. Omawiają oni obecny stan i kierunki rozwoju systemu, a także nowy algorytm cyfrowego modelu terenu. Nie zabrakło również informacji o nowych książkach oraz nadchodzących konferencjach i sympozjach naukowych. Interesujący jest przegląd czasopism, gdzie z myślą o osobach bez dostępu do literatury specjalistycznej są publikowane streszczenia artykułów poświęconych teledetekcji i kartografii. Istotna jest także kronika ITC, w której są podawane informacje i komentarze z życia tej instytucji.

ITC Journal jest bardzo ładnie wydawany w formacie A4, z licznymi barwnymi ilustracjami i zdjęciami. Czasopismo ma również bardzo szeroki zakres, docierając praktycznie do każdego zakątka świata. Redakcja czasopisma zachęca do nadsyłania materiałów, które mogą być interesujące ze względu na nowe teorie i metody w dziedzinie teledetekcji i systemów geoinformacyjnych.

Artur Magnuszewski

Geo Info Systems. Application of GIS and related spatial information technologies.
Aster Publishing Corporation, Eugene, Oregon 1991; Vol. 1.

Systemy geoinformacyjne (Geographical Information Systems – GIS) stają się coraz bardziej popularnym narzędziem badawczym we wszystkich dyscyplinach nauk o Ziemi. Dane o środowisku mają tę właściwość, że są zawsze powiązane z pewnym układem współrzędnych określającym miejsce ich pomiaru, obserwacji, występowania. Przetwarzanie takich danych różni się nieco od tradycyjnych metod statystycznych, które mają do czynienia ze zbiorami dyskretnych wartości. W ostatnich latach rozwinęła się nowa dyscyplina informatyki, która zajmuje się danymi przestrzennymi. Powstały programy komputerowe, które ogólnie noszą nazwę GIS. Wymiana doświadczeń pomiędzy użytkownikami oraz prezentacja nowych rozwiązań odbywa się na łamach kilku specjalistycznych czasopism, do których należy ukazujący się od początku 1991 r. *Geo Info Systems*. Czasopismo jest wydawane w 10 zeszytach

w formacie A4 z barwnymi ilustracjami i zdjęciami. Zakres tematyczny, jaki obejmują publikowane w periodyku materiały, obejmuje praktyczne zastosowania różnych systemów GIS.

W pierwszym roczniku znajdujemy krótką prezentację nowych członków rady redakcyjnej. Są to w większości praktycy, którzy zajmują się zastosowaniami GIS w administracji i zarządzaniu lub reprezentują firmy dostarczające oprogramowanie. Na wstępie każdego numeru jest zamieszczany artykuł, w którym wybitni specjaliści GIS są proszeni o przedstawienie perspektyw i opinii na temat rozwoju GIS. Najczęściej są omawiane aspekty dotyczące organizacyjnej strony, jak szkolenie kadr, zbieranie i wymiana danych między instytucjami itp.

Omówiono dwa przykłady zastosowania techniki GIS w gospodarowaniu zasobami przyrody. Pierwszy to duży program wspomagania zarządzania w zlewni rzeki Edisto w stanie Południowa Karolina. Przedstawiono zasadę tworzenia bazy danych i rodzaj informacji, jakie można uzyskać za pomocą systemu. Drugi przykład zastosowania GIS to zarządzanie parkiem w górach Sangre de Cristo w USA, który jest popularnym miejscem organizowania obozów i campingów. System geoinformacyjny służy do planowania przebiegu dróg i prowadzenia gospodarki leśnej.

Interesującym przykładem zastosowania GIS w hydrologii jest baza danych o poziomie wód gruntowych w parku narodowym Everglades w stanie Floryda. Baza ta umożliwia gromadzenie i opracowanie danych z gęstej sieci pomiarowej hydrologicznej i meteorologicznej. Dane te umożliwiają określenie rzeczywistego rozkładu pola opadu, parowania i retencji gruntowej, parametrów niezbędnych do opracowania modelu hydrologicznego zlewni.

Bardzo interesujący jest artykuł na temat precyzji określenia położenia punktu za pomocą różnych metod pomiarowych. Porównano odczyt z mapy topograficznej ze współrzędnymi uzyskanymi z satelitarne systemu nawigacyjnego (tzw. Global Positioning System – GPS) oraz z interpretacji obrazu satelitarne SPOT i Landsat TM.

Dla wielu użytkowników bardzo pouczająca będzie także lektura artykułu poświęconego błędnemu wykorzystaniu map w systemach geoinformacyjnych. W przystępny sposób przedstawiono problem skali i odwzorowania map, który często jest przyczyną niewłaściwego ich wykorzystania jako materiałów źródłowych dla GIS.

Czasopismo zainteresuje zwłaszcza tych specjalistów GIS, którzy mają do czynienia z przetwarzaniem danych przestrzennych; prezentacja zastosowań GIS do rozwiązywania różnych praktycznych problemów może być inspiracją dla innych użytkowników. W czasopiśmie znajdują się także cenne informacje o nowych produktach i rozwiązaniach technicznych, co może być użyteczne dla osób, które rozpoczynają dopiero organizowanie systemu GIS.

Artur Magnuszewski

