

# ■ ■ ■ ■ ■ PRZEGLĄD ■ ■ ■ ■ ■ ZAGADNIEŃ NAUKOWYCH

---

Jan R. OLEŹDKI

Wydział Geografii i Studiów Regionalnych UW

## ROZWÓJ TELEDETEKCJI SATELITARNEJ I JEJ ZASTOSOWANIA W BADANIACH ŚRODOWISKA GEOGRAFICZNEGO (I)

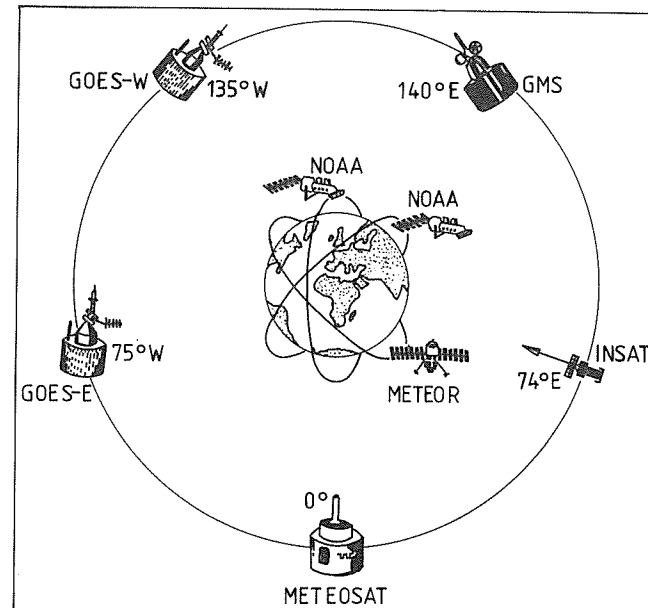
DEVELOPMENT OF SATELLITE REMOTE SENSING AND ITS USE  
IN ENVIRONMENT STUDIES (I)

### Satelity meteorologiczne Meteorological satellites

Wśród wielu tysięcy satelitów umieszczonych w przestrzeni okołozemskiej i naszym układzie planetarnym stosunkowo niewiele jest takich, których zadaniem było lub jest badanie środowiska geograficznego. Wśród satelitów „środowiskowych”, które dotychczas funkcjonowały, zdecydowaną większość stanowią satelity meteorologiczne.

Biorąc pod uwagę różne kryteria satelity dzieli się na kilka grup. Ze względu na udział ludzi w lotach kosmicznych przyjmuje się podział satelitów na automatyczne – bezzałogowe oraz pilotowane. Wśród satelitów wyróżnia się również tzw. stacje orbitalne, przystosowane do długotrwałych lotów załogowych, przyjmowania satelitów transportowych i wymiany załóg, oraz satelity wielokrotnego użycia, przystosowane do krótkich, kilku- lub kilkunastodniowych misji. Satelity dzieli się również na geostacjonarne i poruszające się po orbitach o różnej wysokości. Mogą być również inne kryteria podziału satelitów, np. ze względu na rodzaj zbieranych informacji i ich merytoryczne przeznaczenie. W artykule będzie przedstawiona charakterystyka i rozwój satelitów meteorologicznych.

**VANGUARD.** Pierwszym programem badawczym, w którym wykorzystano do badań przyrodniczych informacje zbierane przez sztucznego satelitę był amerykański program „Vanguard”. Wystrzelony 17 II 1959 r. w ramach tego programu satelita VANGUARD-2 przekazywał informacje o stanie zachmurzenia. Wyposażony był w 2 urządzenia rejestrujące promieniowanie elektromagnetyczne o długości fali



Rys. 1. Światowy system operacyjny satelitów meteorologicznych

Fig. 1. The global system of operational meteorological satellites

od 450 do 650 nm. Zastosowano system obrazowania na zasadzie skanowania terenu leżącego pod orbitą satelity przez urządzenie optyczne o wąskim kącie widzenia. Wskutek mechanicznego, szybkiego obrotu satelity wzdłuż jego osi oraz ruchowi postępowemu wzdłuż orbity uzyskiwano ciągły obraz danego terenu. Następnie obraz, po przetworzeniu na sygnał radiowy z Ziemi, był przekazywany do odbiornika, gdzie następowało wzmocnienie sygnału. Charakter sygnału zależał od współczynnika jasności obrazowanego obiektu. Po wzmocnieniu, sygnał był zapisywany w pamięci stacji odbiorczej. Wskutek zakłóceń w pracy systemów orientujących satelitę w przestrzeni przekazywane przez niego informacje miały jednak niewielką wartość praktyczną i poznawczą.

**TIROS.** Następny program był realizowany za pośrednictwem satelitów zbudowanych i eksploatowanych na zlecenie amerykańskiego Biura Pogody, nazwanych TIROS (*Television InfraRed Observation Satellite*). W ciągu 5 lat realizacji tego programu, od 1 IV 1960 do 1965 r. na orbicie okołoziemskiej umieszczono 10 obiektów tego typu. Apogeum poszczególnych orbit wahało się od 637 do 2583 km, a perigeum od 590 do 745 km (Heuseler, 1974). Orbity pierwszych satelitów nachylone były do płaszczyzny równika pod kątem 48°, a następnie 58°. Ze względu na brak synchronizacji słonecznej, satelity te w ciągu dnia obrazowały zaledwie 20% całkowitej powierzchni Ziemi (Heuseler, 1973). Dwa ostatnie egzemplarze tej serii satelitów doprowadzono do krążenia po orbitach zbliżonych do polarnych, na-

chylonych do płaszczyzny równika pod kątem 96–99°, zsynchronizowanych słonecznie, co znakomicie zwiększyło ich użyteczność. Umożliwiło to wykonywanie obrazów w stałych warunkach oświetleniowych. Głównym przeznaczeniem satelitów tego programu była ciągła obserwacja atmosfery ziemskiej (Barret, 1974).

Pierwszych 7 satelitów TIROS wyposażono w urządzenia telewizyjne z obiektywami o różnym kącie widzenia. Wszystkie one pracowały w zakresach widma elektromagnetycznego widzialnym i podczerwonym, od 550 do 740 nm. W zależności od kąta widzenia obiektywów różna była terenowa zdolność rozdzielcza uzyskiwanych za ich pośrednictwem obrazów. Przy stosowaniu obiektywu szerokokątnego wynosiła ona od 2,5 do 3 km, przy obiektywie normalnokątnym 2,0 km, a przy wąskokątnym 0,3–0,8 km. Na satelitach tych o numerach porządkowych 2, 3, 4 i 7 pracowały również radiometry, które rejestrowały promieniowanie elektromagnetyczne w następujących przedziałach spektrum: 550–740 nm, 8,0–12,0  $\mu\text{m}$ , 0,2–60,0  $\mu\text{m}$ , 8,0–30,0  $\mu\text{m}$ . Zdolność rozdzielcza tych urządzeń wynosiła 50–60 km. TIROS 8, 9 i 10 wyposażono w urządzenia APT (*Automatic Picture Transmission*), umożliwiające automatyczne przekazywanie obrazów do łączących się z nimi stacji naziemnych, wyposażonych w stosunkowo prostą aparaturę odbiorczą. W Polsce pierwsza odbierała takie obrazy stacja ówczesnego Oddziału PIHM w Krakowie.

Żywotność tych satelitów, funkcjonujących jako satelity operacyjne, była stosunkowo krótka i kończyła się po jednym lub dwóch latach. Pomimo krótkotrwałości działania dostarczyły one olbrzymiej ilości obrazów. Na przykład, TIROS-1 w okresie od 1 IV 1960 do 17 VI 1960 r. przekazał 22 952 obrazy chmur, a TIROS-2 w okresie swego funkcjonowania dostarczył ok. 35 000 obrazów.

Obrazy telewizyjne otrzymywane za pośrednictwem tych satelitów, poza wykorzystywaniem ich do obserwacji meteorologicznych, były również stosowane do śledzenia ruchów lodów morskich, zmian powierzchniowych pokrywy śnieżnej, stanu roślinności, a także w badaniach budowy geologicznej. Mimo niskiej zdolności rozdzielczej obrazów uzyskiwanych w zakresie podczerwieni termalnej (8,0–12,0  $\mu\text{m}$ ), można było prześledzić na nich strefowe i regionalne różnice w temperaturze powierzchni Ziemi. W zależności od szerokości geograficznej uwidocznione zostało zróżnicowanie promieniowania uchodzącego, względne minimum w strefie równikowej, maksimum w obu strefach podzwrotnikowych, spadek jego intensywności w strefach umiarkowanych oraz najniższe wartości w szerokościach okołobiegunowych. Obrazy w dalekiej podczerwieni okazały się szczególnie przydatne w poznaniu globalnego rozkładu zachmurzenia, które było przedstawiane na obrazach jasnym fototonem (niska temperatura) na tle ciemnego (ciepłego) tła lądów i mórz (Winogradów, 1976).

Satelity TIROS, pomimo że były bardzo użyteczne w badaniach meteorologicznych, to jednak – poza wyżej wymienionymi zastosowaniami – dla rozwoju badań w innych naukach o Ziemi nie przedstawiały większej wartości (Pouquet, 1974).

**ESSA.** W roku 1966 powołano w Stanach Zjednoczonych AP agencję zajmującą się badaniem środowiska – Environmental Science Services Administration. Jej skrótem nazwano serię 9 satelitów, które do roku 1969 kontynuowały program realizowany poprzednio przez satelity TIROS. W stosunku do poprzednich orbity sa-

telitów ESSA miały wyższy pułap – ok. 1400 km i były bardziej ustabilizowane. Tak jak w przypadku dwóch ostatnich satelitów serii TIROS, ich orbity były zbliżone do polarnych.

Satelity ESSA były wyposażone w 2 systemy kamer, wspomniany poprzednio system APT oraz nowe urządzenia systemu AVCS (*Advanced Vidicon Camera System*). Pracowały one w zakresie fal o długości 550–740 nm. Dane z AVCS gromadzone były na pokładzie satelity, a następnie na rozkaz przekazywane na Ziemię do 2 stacji systemu CDA (*Command and Data Acquisition*) – w Wallops Island w stanie Wirginia i Gilmore Creek na Alasce. Program ESSA zakładał jednocześnie krążenie po orbitach synchronicznych 2 satelitów. Każdy kolejny obraz w stosunku do poprzedniego miał pokrycie podłużne 30%. Jedna stacja naziemna pracująca w systemie APT mogła uzyskiwać w ciągu dnia obrazy z 3 kolejnych orbit. W ten sposób otrzymywano obraz powierzchni leżącej w promieniu 2800–3800 km od naziemnej stacji odbiorczej. Odchylenie osi kamery o 26° od pionu, w poprzek kierunku ruchu satelity, zwiększało zasięg obrazowania. Tak więc w czasie kilku w ciągu dnia seansów łączności z satelitą można było uzyskać obraz obszaru o powierzchni wielu milionów kilometrów kwadratowych.

W celu ułatwienia interpretacji zdjęć i dowiązania ich do konkretnych miejsc na Ziemi na obrazy te nanoszono siatkę geograficzną, co umożliwiło eliminację błędów wywoływanych wychyleniem osi kamer i efekt sferyczności Ziemi, który zaznaczył się wyraźnie na tego rodzaju obrazach.

Obrazy uzyskiwane przez urządzenia satelitów ESSA miały zdolność rozdzielczą rzędu 3,2 km.

Głównym przeznaczeniem satelitów ESSA było przekazywanie obrazów chmur, jak również emitowanego przez Ziemię promieniowania podczerwonego. Jednak oprócz oczywistego zastosowania tego typu obrazów satelitarnych w meteorologii, były one również wykorzystywane do badania większych elementów strukturalnych środowiska przyrodniczego, jak i zachodzących w nim zjawisk. Było to możliwe dzięki stabilności sygnału przekazywanego przez urządzenia satelity, a co za tym idzie doskonałej na ówczesne warunki jakości tych obrazów. Stosowano je do śledzenia pojawiania się i zanikania pokrywy śnieżnej, zamarzania i tajania pokrywy lodowej na jeziorach, rozwoju burz pyłowych, zmian w wilgotności gleb, fenologicznych zmian roślinności oraz określenia zasobów fitomasy.

**NIMBUS.** Jeszcze w trakcie funkcjonowania programu TIROS rozpoczęto realizację programu NIMBUS. Głównym zadaniem satelitów tej serii było dostarczanie informacji na temat pracy urządzeń montowanych następnie na innych satelitach. Satelity NIMBUS, w przeciwieństwie do swoich poprzedników, nie wykonywały ruchów obrotowych dookoła swoich osi; były orientowane względem powierzchni Ziemi, a jego 3 osie pozostawały ustabilizowane.

NIMBUS-1 umieszczony został na orbicie 28 VIII 1964 r. i funkcjonował przez 3 tygodnie. NIMBUS-2 działał około dwóch lat (1966–1968) przekazując obrazy telewizyjne, a przez pół roku również dane w zakresie podczerwieni. Później z powodu uszkodzenia urządzeń rejestrujących zaprzestano przekazywania tego rodzaju informacji. 14 IV 1969 r. umieszczono na orbicie trzeciego satelitę tej serii, który

funkcjonował sprawnie przez okres 7 miesięcy, a następnie w wyniku awarii urządzeń rejestrujących ilość przekazywanych danych uległa znacznej redukcji. W latach 1970 i 1972 umieszczono na orbicie kolejne 2 satelity tej serii. Orbity wszystkich satelitów, poza pierwszym, zbliżone były do kołowych i przebiegały na wysokości 1075 i 1180 km. Nachylenie orbit w stosunku do płaszczyzny równika wynosiło 100°. Satelity te w ciągu 9 lat pracy wykonały łącznie dwadzieścia kilka eksperymentów naukowych. Realizowane one były za pośrednictwem różnego rodzaju urządzeń teledetekcyjnych. I tak, na pierwszym i drugim satelicie pracowały urządzenia AVCS, przekazujące obrazy telewizyjne w zakresie 550–740 nm. Instalowano na tych satelitach po kilka kamer tego samego typu, ale różniących się kątami rozwarcia obiektywu. W wyniku różnic tego kąta rozdzielczość terenowa obrazów była różna i wahała się od 0,3–0,8 km do 0,8–2,7 km. Na satelitach o numerach od 1 do 4 instalowano również urządzenia APT, które przekazywały obrazy o rozdzielczości 0,8–3,2 km.

Obok urządzeń pracujących w widzialnym przedziale widma elektromagnetycznego wypróbowywano na tych satelitach wiele urządzeń przeznaczonych do pracy zarówno w różnych zakresach podczerwieni termalnej, jak i mikrofal. Do urządzeń tego typu należało zainstalowane po raz pierwszy na NIMBUSIE-1 urządzenie HRIR (*High Resolution Infrared Radiometer*). Był to radiometr podczerwieni pracujący w zakresie 3,4–4,2  $\mu\text{m}$ . Charakteryzował się on dużą zdolnością rozdzielczą rzędu 3,3 do 7,4 km. Przeznaczony był do rejestracji obrazów chmur w nocy, jak również do sporządzania nocnych map rozkładu przestrzennego temperatury. Urządzenie HRIR montowane było również na satelitach NIMBUS-3 i -4. W pierwszym przypadku zmodyfikowano je wyposażając w podwójny filtr umożliwiający, oprócz nocnej rejestracji energii elektromagnetycznej w zakresie 3,4–4,2  $\mu\text{m}$ , również uzyskiwanie danych odbitego promieniowania w zakresie bliskiej podczerwieni w przedziale 0,7–1,3  $\mu\text{m}$ . Na satelicie NIMBUS-2, oprócz wyżej wymienionych urządzeń, umieszczono jeszcze inny rodzaj radiometru, zwanego w skrócie MRIR (*Medium Resolution Infrared Radiometer*). Rejestrował on w 5 kanałach dane o różnym przeznaczeniu: kanał pierwszy (5,4–6,9  $\mu\text{m}$ ) przekazywał informacje na temat rozmieszczenia w atmosferze pary wodnej; kanał drugi (10,0–11,0  $\mu\text{m}$ ) o temperaturze powierzchniowej; kanał trzeci (14,0–16,0  $\mu\text{m}$ ) rejestrował temperaturę atmosfery; kanał czwarty informował o emisji długofalowego promieniowania podczerwonego, a kanał piąty podawał dane przestrzennego rozkładu odbitego promieniowania słonecznego. Średnia rozdzielczość terenowa danych rejestrowanych przez to urządzenie była niewielka i wynosiła 55 km.

Na NIMBUSIE-3, podobnie jak w przypadku urządzenia HRIR, ulepszono również system MRIR, zastępując kanał 5,0–30,0  $\mu\text{m}$  kanałem 20,0–30,0  $\mu\text{m}$ . Zmiana ta umożliwiła pomiar zawartości pary wodnej w niższych warstwach atmosfery. Na satelicie tym wprowadzono jeszcze inne nowe urządzenia. Należał do nich system IDCS (*Image Dissector Camera System*), pracujący w zakresie 450–650 nm. Zastąpił on poprzednio stosowane systemy AVCS i APT. W nowym urządzeniu obraz składał się z 800 linii i obejmował jednorazowo obszar o wymiarach 3000 km x 3000 km, ze średnią rozdzielczością terenową 3,7 km w środku obrazu i 9 km na jego brzegach. Na pokładzie tego satelity umieszczony został nowy sy-

stem transmisji danych. Mógł on przekazywać informacje uzyskiwane zarówno za pośrednictwem IDCS i HRIR do naziemnych stacji APT, jak również przechowywać je w celu późniejszej transmisji.

Na NIMBUSIE-4 zainstalowano kolejne nowe urządzenie. Był nim radiometr THIR pracujący w 2 kanałach. Kanał pierwszy (10,0–20,0  $\mu\text{m}$ ) był przeznaczony do pomiaru temperatury górnej powierzchni chmur, zarówno w dzień jak i w nocy, a jego zdolność rozdzielcza wynosiła 8 km; kanał drugi (6,5–7,0  $\mu\text{m}$ ) informował o zawartości pary wodnej w wyższych warstwach troposfery i stratosfery, przy czym terenowa rozdzielczość informacji wynosiła 22 km.

Kolejne innowacje techniczne znalazły się na satelicie NIMBUS-5. Jedną z nich było urządzenie SCMR (*Surface Composition Mapping Radiometer*), trójkanałowy skaner przeznaczony do określania promieniowania podczerwonego na podstawie zróżnicowanego odbicia, a także emisyjności różnego rodzaju utworów powierzchniowych. Kanał pierwszy pracował w zakresie 0,8–1,1  $\mu\text{m}$  i służył do rejestracji bliskiej podczerwieni w dzień. Dwa pozostałe kanały o zakresach 8,4–9,48 i 10,2–11,4  $\mu\text{m}$  mierzyły emisyjność utworów powierzchniowych. Wszystkie trzy kanały charakteryzowały się zdolnością rozdzielczą rzędu 0,6–1,0 km. Analiza stosunku emisyjności rejestrowanej przez te dwa kanały umożliwiała identyfikację geologicznych utworów powierzchniowych. Drugim nowym urządzeniem był ESMR (*Electrically Scanning Microwave Radiometer*). Mierzył on temperaturę luminancyjną powierzchni Ziemi oraz atmosfery w zakresie fal o długości 1,55 cm; jego zdolność rozdzielcza wynosiła 25 km. Rejestrowane wzory struktury intensywności promieniowania odzwierciedlały fizyczne cechy powierzchni terenu oraz niektóre elementy meteorologiczne nad powierzchnią terenu. Przykładem mogą tu być obrazy przedstawiające obszar Antarktydy (Rudd, 1974). Zróżnicowaniem barw pokazano zmienność właściwości fizycznych powierzchniowej warstwy pokrywy lodowej. Stwierdzono, iż centrum Antarktydy nie wykazuje niemal żadnych różnic w okresach letnim i zimowym; strefa aktywnych zmian występuje jedynie w obwodzie „białego kontynentu”.

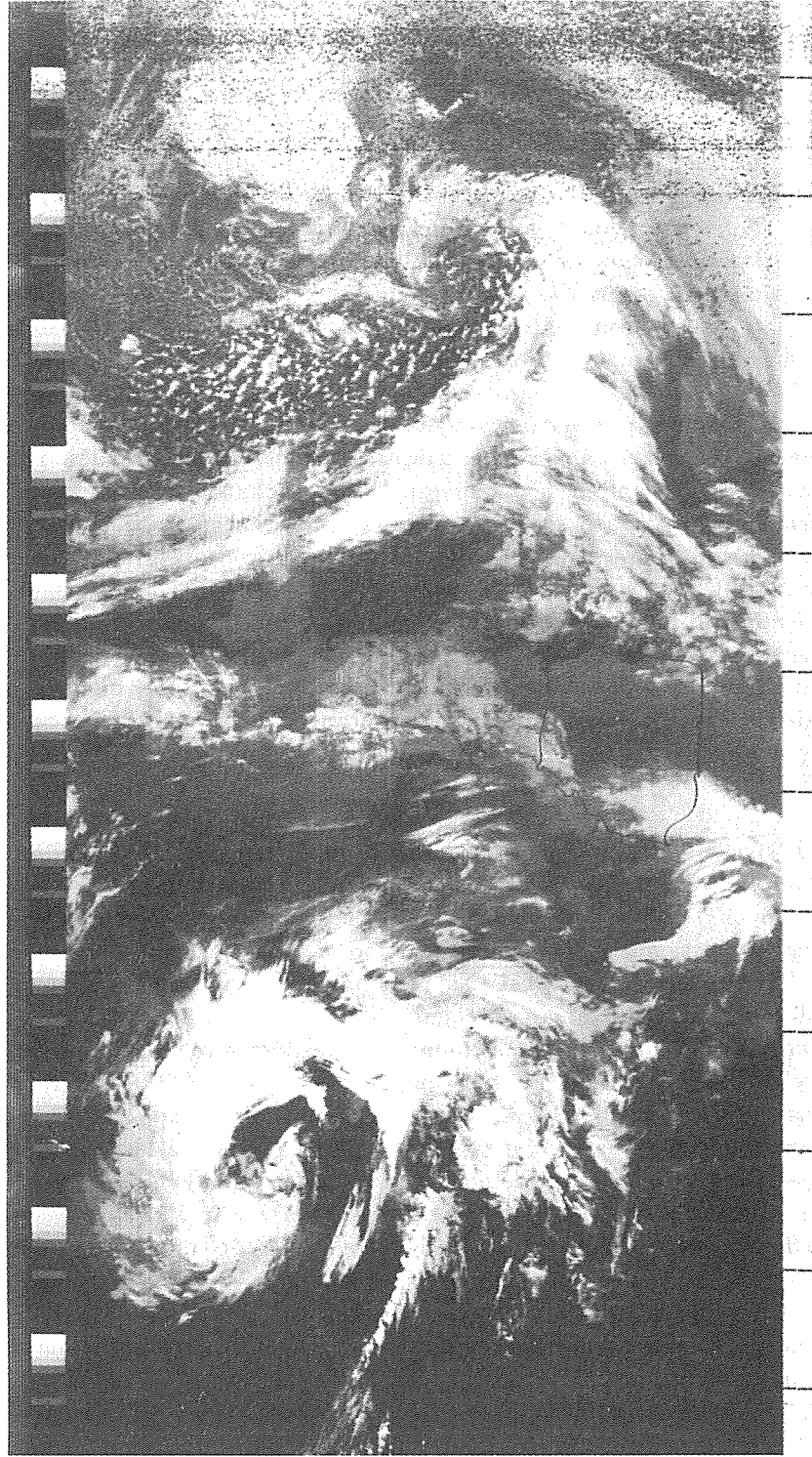
Oprócz pomiaru temperatury powierzchni Ziemi lub górnych warstw powłoki chmur, wiele uwagi w satelitarnych programach badawczych poświęcono badaniu pionowego rozkładu temperatury w atmosferze ziemskiej (Barnett, Walshaw, 1974). W tym też celu na satelicie NIMBUS-5 umieszczono kilka radiometrów mikrofalowych pozwalających określić rozkład temperatury w obrębie powłoki chmur, jak również poniżej niej. Celowi temu służyło urządzenie ITPR (*Infrared Temperature Profile Radiometer*), które mierzyło promieniowanie elektromagnetyczne w 7 przedziałach spektrum. Dwa z nich przeznaczone były do detekcji pokrywy chmur i rozpoznawania temperatury na powierzchni Ziemi, nawet wtedy, gdy w polu widzenia instrumentu występowały chmury. Pracowały one w zakresie dwóch okien atmosferycznych: 3,7  $\mu\text{m}$  i 11,0  $\mu\text{m}$ . Cztery następne kanały pracowały w paśmie od 13,4  $\mu\text{m}$  do 15,0  $\mu\text{m}$ , a kanał siódmy w paśmie 19,7  $\mu\text{m}$  (Smith, Staelin, Houghton, 1973). Pojedyncza scena obejmowała obszar o wymiarach 555 km x 370 km i składała się ze 140 pól widzenia. Oprócz ITPR na NIMBUSIE-5 działały jeszcze dwa inne urządzenia przeznaczone do określania temperatury. NEMS (*Nimbus E Microwave Spectrometer*) był instrumentem pięciokanałowym, z których trzy pra-

cowwały w paśmie 0,5 cm; wykonywało przekroje termiczne przez atmosferę, a jego zdolność rozdzielcza wynosiła 185 km. Na satelitach tej serii instalowane również były i inne urządzenia o podobnym przeznaczeniu, takie jak SIRS (*Satellite Infra-Red Spectrometer*), przeznaczony do pomiarów temperatury w atmosferze – od powierzchni Ziemi do wysokości 24 km. Drugim urządzeniem był IRIS (*InfraRed Interferometer Spectrometer*) przeznaczony do pomiaru temperatury i zawartości pary wodnej w atmosferze w przekrojach pionowych. Inny jeszcze system – SCR (*Selective Chopper Radiometer*) miał 6 kanałów, z których 4 pracowały w zakresie 15,0  $\mu\text{m}$  i rejestrowały dane ze środkowej i górnej warstwy atmosfery. Jednorazowe pole widzenia tego radiometru wynosiło 45 km.

24 X 1978 r. umieszczono na orbicie satelitę NIMBUS-7. Na jego pokładzie znajdowały się liczne wielokanałowe radiometry termalne i mikrofalowe. I tak CZCS (*Coastal Zone Color Scanner*) był przeznaczony do pomiarów barwy i temperatury przybrzeżnych stref oceanów; jego terenowa zdolność rozdzielcza wynosiła 0,8 km. System ten był używany do badań temperatury, zawartości chlorofilu oraz osadów i zawiesin przemieszczających się w strefach przybrzeżnych. Sześciokanałowy skaner wielospektralny, pracujący w zakresach spektrum elektromagnetycznego widzialnym, podczerwonym i termalnym, był przeznaczony do badań jakości wód przybrzeżnych.

Sensory NIMBUS-7 były zaawansowanymi technologicznie urządzeniami. Poza wyżej wymienionymi pomiarami, dostarczały one informacji o rozmieszczeniu lodów morskich, spektralnych charakterystykach lodowców oraz licznych danych dotyczących atmosfery, m.in. o obecności i rozmieszczeniu w niej ozonu, bilansu promieniowania ziemskiego, pionowych przekroji termicznych przez atmosferę, zawartości w niej pary wodnej,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{HN}_3$  i koncentracji aerozoli (Lillesand, Kiefer, 1979).

ITOS. W styczniu 1970 r. umieszczono na orbicie satelitę ITOS-1 (*Improved Tiros Operational Satellite*). Krążył on po orbicie zbliżonej do polarnej, na wysokości 1436–1482 km. Był to pierwszy z amerykańskich satelitów meteorologicznych trzeciej generacji; wyposażono go w urządzenia, które działały już na poprzednich satelitach serii TIROS, ESSA, NIMBUS. Na jego pokładzie znajdowały się 2 kamery AVCS o 800 liniach wybierania. W ciągu 48 minut lotu nad oświetloną częścią Ziemi wykonywał on 11 obrazów, obejmujących każdorazowo obszar o wymiarach 3300 km x 3300 km. Obrazy rejestrowane były w zakresie 500–700 nm, a ich zdolność rozdzielcza wynosiła 3 km. W tym samym zakresie spektrum pracowały jeszcze 2 urządzenia przekazujące w systemie APT 3–4 obrazy z każdej orbity. Obszar przez nie obejmowany oraz zdolność rozdzielcza były podobne jak w przypadku systemu AVCS. Satelita ten był wyposażony również w urządzenie systemu SR (*Scanning Radiometer*), dwukanałowy radiometr (500–700 nm i 10,5–12,5  $\mu\text{m}$ ) o chwilowym polu widzenia wynoszącym odpowiednio 2,8 i 5,3 miliradiana i terenowej zdolności rozdzielczej 3,5 i 6,7 km. Urządzenie to dostarczało zarówno dziennych jak i nocnych obrazów rozmieszczenia chmur, danych o zróżnicowaniu temperatury chmur oraz umożliwiało określenie wysokości ich występowania. Wśród urządzeń znajdujących się na pokładzie ITOS był także radiometr FPR (*Flat Plate Radiometer*), służący do określania rozkładu temperatury na powierzchni Ziemi.



NOAA. Kolejną serię satelitów, które oprócz zastosowania do celów meteorologicznych mogły być wykorzystywane i w innych naukach o Ziemi, były satelity NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). Wyposażone były w urządzenie VHRR (*Very High Resolution Radiometer*) – była to ulepszona wersja systemu SR eksploatowanego wcześniej na satelicie ITOS, jednak zdolność rozdzielcza systemu została poprawiona i wynosiła w nowej wersji 0,8 km. Rejestracja w widzialnym i termalnym zakresie spektrum pozwalała na wykonywanie obrazów powłoki chmur oraz umożliwiała dokonywanie pomiaru temperatury atmosfery od poziomu morza do wysokości 30 km. Każdorazowy jej pomiar obejmował przestrzeń, której podstawa na powierzchni Ziemi wynosiła 50 km x 50 km.

Na satelitach NOAA-9 i -10, okrążających 14-krotnie w ciągu doby Ziemię, na wysokości odpowiednio 821 i 859 km, po orbitach nachylonych do płaszczyzny równika pod kątem 99°, znajduje się po 6 systemów pomiarowych (Barański, 1987).

AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) jest radiometrem skanującym, pracującym w 5 kanałach; mierzy promieniowanie powierzchni Ziemi i atmosfery. Kanał pierwszy pracuje w zakresie 580–680 nm, kanał drugi 725–1100 nm, kanał trzeci 3,55–3,93  $\mu\text{m}$ , kanał czwarty 10,3–11,3  $\mu\text{m}$ , kanał piąty 11,5–12,5  $\mu\text{m}$ . Rozdzielczość terenowa we wszystkich kanałach wynosi 1 km. Na jedną linię skanowania składa się 2048 pikseli. Radiometr ten w czasie 1/16 sekundy wykonuje pomiary: natężenia promieniowania kosmicznego (tło), natężenia promieniowania Ziemi i atmosfery, temperatury źródła wzorcowego i natężenia promieniowania źródła wzorcowego.

System TOVS (*TIROS Operational Vertical Sounder*) składa się z 3 radiometrów skanujących: HIRS (*High Resolution Infrared Radiation Sounder*); urządzenia MSU (*Microwave Sounder Unit*) i SSU (*Stratospheric Sounder Unit*). HIRS mierzy promieniowanie Ziemi w 20 kanałach<sup>1</sup>, w tym w jednym zakresie widzialnym i w 19 zakresach podczerwieni. MSU pracuje w 4 kanałach mikrofalowych<sup>2</sup>. SSU pracuje w 3 kanałach podczerwonej części widma elektromagnetycznego i jest przeznaczony do pomiarów promieniowania pochodzącego z górnych warstw atmosfery. Rozdzielczość terenowa tych urządzeń wynosi: HIRS 17 km, MSU 109 km, SSU 147 km. System tych radiometrów służy do zbierania danych niezbędnych do obliczania pionowego rozkładu temperatury, wilgotności i całkowitej zawartości ozonu w atmosferze. Poza wyżej opisanymi systemami radiometrycznymi, satelity wyposażone są w monitor SEM (*Space Environment Monitor*), służący do detekcji cząstek

<sup>1</sup> Między innymi: 0,7  $\mu\text{m}$ , 3,7  $\mu\text{m}$ , 4,3  $\mu\text{m}$  określa zawartość w atmosferze CO<sub>2</sub>; 6,7  $\mu\text{m}$  – zawartość H<sub>2</sub>O, 9,7–11,0  $\mu\text{m}$  – zawartość O<sub>3</sub> i 15  $\mu\text{m}$  – zawartości CO<sub>2</sub>.

<sup>2</sup> 50–57 GHz – określa zawartość O<sub>2</sub>.

Rys. 2. NOAA-6, obraz w zakresie podczerwieni (10 X 1984 r., 17.47 GMT)

Fig. 2. NOAA-6 IR-band image (10 October 1984, 17.47 GMT)

promieniowania kosmicznego oraz system DCLS (*Data Collection and Location System*) do zbierania informacji meteorologicznych i oceanograficznych, przekazywanych z 4000 stałych i ruchomych platform pomiarowych rozmieszczonych w różnych punktach Ziemi. Ponadto satelity transmitują obrazy z urządzenia AVHRR. System HRPT (*High Resolution Picture Transmission*) przekazuje obrazy w postaci cyfrowej o podwyższonej zdolności rozdzielczej, natomiast system APT przekazuje obrazy analogowe o niskiej zdolności rozdzielczej. Obrazy z AVHRR dzięki podwyższonej zdolności rozdzielczej mogą znaleźć zastosowanie w regionalizacji dużych obszarów (Olędzki, 1986). Na obrazach tych jednorazowo przedstawiany jest pas Ziemi o szerokości 3040 km; tworzą go piksele o średnicy odpowiadającej na powierzchni Ziemi wartości 1 km, przy odstępach między pikselami wynoszącymi na Ziemi 0,8 km.

**HCMM.** Na uwagę zasługuje również satelita HCMM, choć jego okres działania był dość krótki. Funkcjonował on w latach 1978–1980, okrążając Ziemię na wysokości 620 km i dokonując rejestracji obrazów w pasmach widzialnym i bliskiej podczerwieni (0,5–1,1  $\mu\text{m}$ ) oraz w zakresie podczerwieni termalnej (10,5–12,5  $\mu\text{m}$ ). Rozdzielczość terenowa systemu w paśmie widzialnym i bliskiej podczerwieni wynosiła 500 m x 500 m, a w podczerwieni termalnej 600 m x 600 m. Pojedyncza scena miała wymiar 700 km x 700 km. Dobór wysokości orbity, jej synchronizacja słoneczna i związana z tym pora wykonywania obrazów zapewniały uchwycenie maksymalnej i minimalnej temperatury powierzchni gruntu, osiąganych przeciętnie w godzinach 2<sup>30</sup> i 13<sup>30</sup> czasu lokalnego. Satelita nie był wyposażony w żadne urządzenia pamięciowe, toteż jego użyteczność była ograniczona do części obszarów Stanów Zjednoczonych AP, Europy i Australii, leżących wokół stacji odbierających dane. HCMM był pierwszym satelitą przeznaczonym do pomiaru różnic termicznych powierzchni Ziemi, w celu poznania prawidłowości w przestrzennym zróżnicowaniu temperatury powierzchni Ziemi. Dane o temperaturze dnia i nocy były odpowiednio korygowane w celu zapewnienia im porównywalności; w efekcie otrzymywano dane o różnicach temperatury i inercji termicznej. Wyprowadzano je poprzez zastosowanie odpowiedniego modelu matematycznego, ujmującego dane termalne dotyczące łącznie dnia i nocy i dane z widzialnego zakresu widma z tej samej sceny.

Dane z HCMM były wykorzystywane do wyróżniania typów skał, określania wielkości ewapotranspiracji roślin, pomiarów wilgotności gleb, kartowania naturalnych i sztucznych wpływów wód podgrzanych, przewidywania spływu wód roztopowych.

**METEOR.** Początki wykorzystania obserwacji satelitarnych w badaniach atmosfery w byłym ZSRR sięgają roku 1958, kiedy to obserwując hamujący wpływ atmosfery na satelitę wchodzącego w górne warstwy atmosfery próbowano określić ciśnienie i gęstość atmosfery na różnych wysokościach. Kolejne próby związane były z lotami satelitów serii KOSMOS. Pierwszy był KOSMOS-122, umieszczony na orbicie 25 VI 1966 r. Kolejne satelity meteorologiczne to KOSMOS-144 i KOSMOS-156, umieszczone na orbitach w lutym i kwietniu roku 1967. Wówczas to przyjęto nazywać system tych satelitów oraz towarzyszących im stacji naziemnych – systemem METE-

OR. Satelity te były wyposażone w urządzenia telewizyjne, rejestrujące promieniowanie podczerwone, oraz aparaturę aktynometryczną. Następne satelity tej serii, wykorzystywane jako satelity meteorologiczne, to KOSMOS-184, 206 i 226. W marcu 1969 r. na orbicie okołoziemskiej znalazł się pierwszy satelita serii METEOR, wyposażony w aparaturę przystosowaną do zapamiętywania danych oraz system pracujący w reżimie bezpośredniego przekazywania informacji. Do 1 IV 1975 r. umieszczono na orbicie 21 satelitów tej serii. Cały ten okres można uznać za czas prób i eksperymentów, a jego celem było opracowanie meteorologicznego systemu satelitarnego, który wypełniałby zadania wynikające z operacyjnego trybu pracy służb meteorologicznych. Doświadczenia zebrane w tym okresie zaowocowały konstrukcją radzieckich satelitów drugiej generacji, które nazwano METEOR-2. Umieszczane one były na orbitach zbliżonych do kołowych, przebiegających na wysokości 900 km i nachylonych do płaszczyzny równika pod kątem  $81,2^\circ$ . W systemie operacyjnym pracowały jednocześnie 2 satelity, których płaszczyzny orbit przecinały się pod kątem  $100^\circ$ . Układ taki zapewniał uzyskiwanie w ciągu doby informacji z 70–80% powierzchni Ziemi. Na poszczególnych satelitach serii METEOR-2 zainstalowane były 2 typy aparatury skanerowej. Urządzenia pierwszego typu rejestrowały promieniowanie w zakresie  $0,5\text{--}0,7\ \mu\text{m}$  i były przeznaczone do obserwacji zachmurzenia oraz powierzchni terenu. Był to telewizyjny system skanerowy o zdolności rozdzielczej 1 km oraz telefotometr skanujący o rozdzielczości 2 km. Drugi typ urządzeń, pracujących w zakresie promieniowania  $8\text{--}12\ \mu\text{m}$ , zapewniał uzyskiwanie informacji o przestrzennym układzie zachmurzenia w obrębie zacienionej części Ziemi; zdolność rozdzielcza tych urządzeń wynosiła 8 km. Ponadto na satelitach tej serii instalowane były urządzenia przeznaczone do określania temperatury powierzchni czynnej i wysokości górnej granicy zachmurzenia, a także obserwacji promieniowania kosmicznego oraz badania temperatury atmosfery (skaner wielospektralny pracujący w 8 zakresach spektrum elektromagnetycznego: 11,1; 13,33; 13,7; 14,24; 14,43; 14,75; 15,02; 18,7  $\mu\text{m}$ ).

Systemy obserwacyjne na satelitach serii METEOR-2 pracowały zarówno w czasie rzeczywistym, jak również były przystosowane do zapamiętywania danych i późniejszego ich przekazywania do stacji naziemnych. Umieszczano je na orbicie do roku 1990<sup>3</sup>.

W końcu lat osiemdziesiątych pojawiła się trzecia seria tych satelitów – METEOR-3. Niektóre z nich oprócz zadań meteorologicznych wypełniają również funkcje związane z badaniem powierzchni Ziemi oraz warstwy ozonowej<sup>4</sup>. Umieszczane one były na dość stabilnych orbitach, na wysokości 1190–1191/1228–1229 km, nachylonych do płaszczyzny równika pod kątem  $82,6^\circ$ .

Poczynając od 9 VI 1974 r. rozpoczęto kolejny etap udoskonalania aparatury na satelitach tej serii. Były to eksperymentalne urządzenia, które funkcjonowały w ramach programu „Meteor-Priroda”. Celem tego programu było opracowanie metod otrzymywania wielospektralnych zdjęć zachmurzenia oraz powierzchni czynnej, danych o przestrzennym układzie stref opadów i ich intensywności oraz o całkowitej ilości wody na-

<sup>3</sup> METEOR-2/20 (29 IX 1990 r.), orbita 953/957 km, nachylona do płaszczyzny równika pod kątem  $82,5^\circ$ .

<sup>4</sup> METEOR-3/3 (25 X 1989 r.) i METEOR-3/? (24 IV 1991 r.).

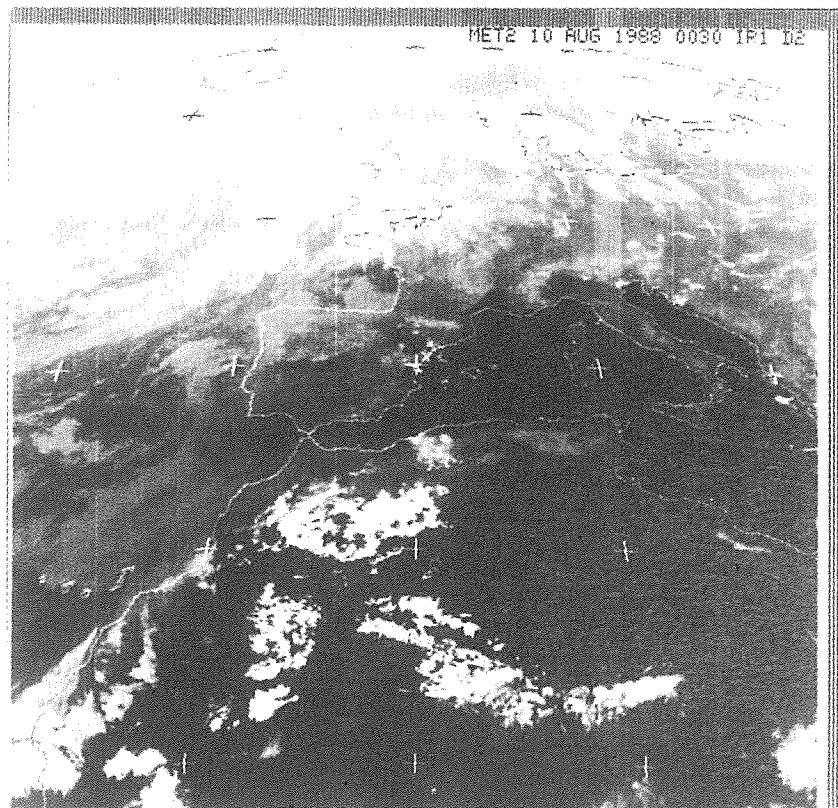
gromadzonej w chmurach, a także o globalnej wilgotności atmosfery, danych o temperaturze powierzchni czynnej, danych dotyczących promieniowania odbitego oraz intensywności promieniowania korpuskularnego, danych na temat promieniowania ciepłego górnych warstw atmosfery. Na satelitach tych znalazła się następująca aparatura:

- skaner wielospektralny (0,5–0,7; 0,6–0,7; 0,7–0,8; 0,8–1,1  $\mu\text{m}$  o rozdzielczości 1 km x 1,7 km i strefie obserwacji o szerokości 2000 km;
- dwukanałowy skaner (0,5–0,7 i 0,7–1,1  $\mu\text{m}$ ) średniej rozdzielczości (280 m x 280 m) i strefie obserwacji szerokości 1400 km;
- trzykanałowy radiometr mikrofalowy pracujący w zakresach: 0,8; 1,35 i 8,5 cm, o zdolności rozdzielczej poszczególnych kanałów wynoszącej odpowiednio: 24 km x 30 km, 90 km x 90 km i 100 km x 100 km;
- system mikrofalowy pracujący w zakresie 0,8 cm, o kącie widzenia 2,5°, z dwoma prostokątnymi polaryzacjami;
- polarymetr skanujący, pracujący w zakresie podczerwieni (1,5–1,9 i 2,1–2,5 cm);
- czterokanałowy spektrometr pracujący w zakresie 0,3–30 keV, przeznaczony do pomiarów potoków promieniowania korpuskularnego;
- radiometr skanujący pracujący w podczerwieni (0,3–30  $\mu\text{m}$ );
- spektrometr-interferometr pracujący w zakresie 6,25–25,0  $\mu\text{m}$ , o zdolności rozdzielczej 36 km x 40 km, przeznaczony do określania pionowych profili termicznych atmosfery oraz zawartości w atmosferze pary wodnej i ozonu (German, 1985).

**Satelity geostacjonarne.** Meteorologiczne satelity geostacjonarne są umieszczone na orbitach w płaszczyźnie równika, oddalonych od powierzchni Ziemi o ok. 36 000 km. Odległość ta zapewnia szybkość kątową równą szybkościątowej punktu powierzchni Ziemi leżącego na równiku, nad którym umieszczony jest satelita. Obrazy pozyskiwane przez urządzenia rejestrujące, umieszczone na pokładzie takiego satelity, pokazują cały dysk Ziemi. W zależności od potrzeb może on być podzielony na kilka segmentów, przedstawiających w większej skali wybrany fragment powierzchni Ziemi. Aby zapewnić jednoczesne oglądanie całej powierzchni Ziemi, satelity te tworzą sieć złożoną z 5 tego typu obiektów. Funkcjonują one w ramach Światowej Organizacji Meteorologicznej. Ich pozycje w przestrzeni są następujące: METEOSAT (Eumetsat) znajduje się nad południkiem 0°, GOES-E (USA) nad 75° W, GOES-W (USA) nad 135° W, INSAT (Indie) nad 74°E i GMS (Japonia) nad 140° E (rys. 1).

Pierwszy METEOSAT został umieszczony na orbicie geostacjonarnej 23 XI 1977 r., a METEOSAT-2 19 VI 1981 r. Kolejne satelity umieszczane są w tych punktach orbity po zaprzestaniu działalności poprzednika. Wyposażane są w urządzenia pracujące w 3 zakresach widma elektromagnetycznego: w zakresie widzialnym i bliskiej podczerwieni (400–1100 nm), w zakresie podczerwieni środkowej (5,7–7,1  $\mu\text{m}$ ) i w zakresie podczerwieni termalnej (10,5–12,5  $\mu\text{m}$ ). Rozdzielczość terenowa danych w widzialnym zakresie widma wynosi w punkcie podsatelitarnym 2,5 km, a w dwóch pozostałych zakresach 5 km. Dane transmitowane są co pół godziny, co umożliwia ciągle śledzenie zjawisk meteorologicznych (Schietecat, 1984). Dane z METEOSATA są odbierane przez kilka stacji w Polsce i wykorzystywane do prognozowania pogody.

**Satelity specjalnego przeznaczenia.** Wśród satelitów wojskowych, które stanowią znakomitą większość satelitów umieszczanych na orbitach okołozemskich, niektóre były udostępniane użytkownikom cywilnym. Spośród nich można wymienić 2 satelity amerykańskie należące do sił lotniczych USAF, pracujące w tzw. programie DSMP (*Defense Meteorological Satellite Program*). Zbierane przez nie dane udostępniane były służbom cywilnym poczynając od kwietnia 1973 r. (Brandli, 1978). Satelity te wyposażone były w urządzenia przeznaczone głównie do obserwacji meteorologicznych. Skanery dostarczały obrazy wykonywane w 2 zakresach spektrum elektromagnetycznego: 0,4–1,1  $\mu\text{m}$  i 0,8–13,0  $\mu\text{m}$ . Rozdzielczość terenowa dostarczanych obrazów wynosiła 3 km. Polarna i słonecznie synchroniczna orbita tych satelitów zapewniała otrzymywanie dziennych i nocnych obrazów Ziemi. Nowym i ciekawym aspektem obrazów nocnych była ich rejestracja w widmie widzialnym. Było to możliwe dzięki zastosowaniu odpowiednich wzmacniaczy sygnałów, reagujących nawet na minimalne ilości światła. Uzyskiwano w ten sposób ostre



Rys. 3. METEOSAT-2, obraz w podczerwieni – północna Afryka i Europa  
(10 VIII 1988 r., 00.30 GMT)

Fig. 3. METEOSAT-2, IR-band image of North Africa and Europe  
(10 August 1988, 00.30 GMT)

obrazy oświetlonych nocą miast i małych miejscowości. Na obrazach tych zarejestrowano również czynne wulkany, pola naftowe i gazowe, pożary lasów i zorze polarne. Wykonywane z tych satelitów obrazy termalne oraz w zakresie widzialnym były użytkowane do wyznaczania zasięgu pokrywy śnieżnej (Lillesand, Kiefer, 1979; Curran, 1985).

Maszynopis wpłynął do Redakcji 21 I 1993 r.

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

- Barański L. A., 1987, *Meteorologiczny system satelitarny TIROS-N/NOAA*. Prz. Geof., t. 32, nr 4.
- Barret E. C., 1974, *Climatology from satellites*. London, Methuen.
- Barnett J. J., Walshaw C. D., 1974, *Temperature measurement from a satellite*. [W:] *Environmental remote sensing: applications and achievements* (red. E. C. Barret, L. F. Curtis). London, Edward Arnold.
- Brandli H. W., 1978, *The night eye in the sky*. Photogrammetric Eng. and Remote Sensing, t. 44, nr 4.
- Curran P. J., 1985, *Principles of remote sensing*. London-New York, Longman.
- German M. A., 1985, *Kosmiczeskije metody issledowanija w mietieorologii*. Leningrad, Gidromietieoizdat.
- Heuseler H., 1973, *Deutschland aus dem All*. Stuttgart, Deutsche Verlags-Anstalt.
- Heuseler H., 1974, *Europa aus dem All, Satellitengeographie unseres Erdteils*. Stuttgart-Braunschweig, Deutsche Verlags-Anstalt-Westermann.
- Lillesand T. M., Kiefer R. W., 1987, *Remote sensing and image interpretation*. New York, J. Wiley.
- Olędzki J. R., 1986, *Photomorphic regionalization of Poland*. Miscellanea Geographica, Wydawnictwa UW.
- Pouquet J., 1974, *Earth science in the age of satellites*. Dordrecht, D. Reidel.
- Rudd R. D., 1974, *Remote sensing - a better view*. Belmont, California, Duxbury Press, A Division of Wadsworth Publ.
- Schietecat G. D., 1984, *Les photos meteorologiques*. Documentation meteorologique, Bruxelles.
- Smith W. L., Staelin D. H., Houghton J. T., 1974, *Vertical temperature profiles from satellites; results from second generation instruments aboard, NIMBUS-5*. Symposium on approaches to Earth survey problems through use of space techniques, COSPAR, Berlin.
- Winogradow B. W., 1976, *Kosmiczeskije metody izuczenija prirodnoj sriedy*. Moskwa, Mysl.

#### S u m m a r y

The article presents a development of satellite remote sensing technics appropriated to environment studies. The first part of this article characterizes the main meteorological satellites: TIROS, NIMBUS, ITOS, NOAA, HCMM, METEOR and geostationary satellites. The data acquisition systems installed in this satellites and their appropriations are presented.

# MATERIAŁY DO DZIEJÓW GEOFIZYKI

Zygmunt BARTKOWSKI

Oddział Warszawski PTGeof.

## BAROMETRYCZNE POMIARY WYSOKOŚCI W KRÓLESTWIE POLSKIM

## BAROMETRIC HEIGHT MEASUREMENTS IN THE KINGDOM OF POLAND

Komisja Rządowa Przychodów i Skarbu Królestwa Polskiego pod kierownictwem księcia Ksawerego Lubckiego zwróciła uwagę w 1828 r. na pomiary rządowych dóbr górniczo-fabrycznych w okolicy Kielc. Jak pisze Franciszek Armiński (1789–1882)<sup>1</sup>, Komisja postanowiła „wyrwać je z rzemieślniczego stanu samej graficzności i naprowadzić na drogę rachunku, bez czego pomiar przestrzeni znacznej i trudnej dla górzystego położenia, daleko więcej kosztuje i nigdy ze ścisłą dokładnością wykonany być nie może”. Zadanie to zostało zlecone Wojciechowi Niemyskiemu, generalnemu rewizorowi pomiarów, byłemu oficerowi artylerii. Komisja zadbała także o wydelegowanie do pomocy fachowców: inżynierów adiunktów Jana Piątkowskiego i Józefa Chrzanowskiego oraz geometrów Józefa Bojarskiego i Karola Borowskiego; Piątkowski miał pomagać jeszcze prof. Armińskiemu w jego pracach. Oprócz tego Niemyski mógł, stosownie do potrzeb chwili, dokooptować odpowiednią liczbę geometrów nieetatowych.

Niemyski po otrzymaniu zlecenia udał się na miejsce w celu zaznajomienia się z sytuacją. Stwierdził on znaczne zaawansowanie prac w poszczególnych miejscach. Będąc jednak przekonany, że „bez poprzedniego wykonania potrzebnej triangulacji i otrzymania tym sposobem sieci trygonometrycznej, tak znacznej powierzchni, jaką zajmują dobra rządowe, niepodobną jest rzeczą z pojedynczo wymierzonych szczegółów złożyć z potrzebną dokładnością całość”, przedstawił Komisji wniosek o „wykonanie triangulacji i zdjęcie sieci trygonometrycznej wzmiankowanych powierzchni”. Takie postawienie sprawy uzasadniało konieczność powołania prof. Armińskiego do pomocy w pracach pomiarowych.

Po akceptacji wniosku Niemyskiego załatwiono na szczeblu ministerstw sprawę delegacji prof. Armińskiego. Ostatecznie Armiński 1 VIII 1828 r. udał się do dóbr

<sup>1</sup> Franciszek Armiński: *Opis góry Św. Krzyżkiej*. Pamiętnik Sandomierski 1830, t. 2, poszyt 7.

górnicych pod Kielcami. Po zaznajomieniu się z konfiguracją terenu oraz stanem prac, wspólnie z Niemyskim ustalili plan dalszego działania. Obaj doszli do wniosku o konieczności wprowadzenia układu dwóch osi współrzędnych, jednej w kierunku południka, drugiej prostopadle do niej – w kierunku równoleżnika. Za początek należało wybrać taki punkt, z którego można było widzieć jak najwięcej miejsc już pomierzonych. Warunkom tym odpowiadał wierzchołek Łysicy, z którego widoczność sięgała w dni pogodne parę mil. W punkcie tym miały być ustawione narzędzia astronomiczne do pomiarów kątów oraz meteorologiczne, służące do charakterystyki stanu atmosfery w trakcie prac terenowych. Dla zabezpieczenia ustawionych tam instrumentów zbudowano drewniany barak (w tekście *baraka*), w którym mógł znaleźć także schronienie personel obsługi w razie niepogody. Po zakończeniu na słupie umieszczono piramidkę z żelaznym krzyżem na jej wierzchołku, kierunek południka zaś utrwalono przez wmurowanie krzyży na Lipowem Polu ze strony północnej baraku oraz pod wsią Rudkami ze strony południowej.

Na rycinie załączonej do artykułu Armińskiego (rys. 1) jest przedstawiony wygląd zewnętrzny baraku – fig. 1, przekrój podłużny – fig. 2 i plan zabudowy – fig. 3. Litera *a* oznacza miejsce ustawienia słupa murewanego, osłoniętego dachem, który można było zdejmować. Miejsce to stanowiło początek wprowadzonego do pomiarów układu współrzędnych. Na słupie tym ustawiono przyrządy astronomiczne do oznaczania kierunku południka oraz pomiaru szerokości geograficznej, a także stąd mierzono kąty poziome i wierzchołkowe wszystkich punktów trygonometrycznych, położonych na obszarze dóbr górniczych. Literą *b* oznaczono korytarz łączący pomieszczenie mieszkalne ze stanowiskiem obserwacyjnym. Nad izbą mieszkalną *c* znajdowała się chorągiewka anemoskopu. Na fig. 8 przedstawiono szopę do schronienia przed deszczem. Fig. 6 pokazuje piorunochron, niezbędny na szczycie ze względu na częste w tym rejonie burze. Na fig. 7 pokazano udometr (deszczomierz). Dalsze szczegóły na rycinie to piramidka z krzyżem żelaznym – fig. 4 oraz znaki żelazne – fig. 5, oznaczające południk w terenie.

W baraku tym Armiński rozmieścił przywiezione z Warszawy przyrządy: 18-calowe koło powtarzające Reichenbacha, zegar z pendulem (wahadłem), chronometr ze sprężyną, lunetę achromatyczną, dwa termometry. Koło było umieszczone na słupie murewanym, dokładnie w płaszczyźnie południka.

Oprócz tego ze stolicy przywiózł Armiński służącego do prac porządkowych. Spostrzeżenia meteorologiczne były prowadzone przez Niemyskiego. Ze względu na częste występowanie mgły w październiku i listopadzie 1828 r. prof. Armiński nie mógł wypełnić powierzonego mu zadania. Za zgodą Komisji wrócił tam 15 VII 1829 r. Obserwacje meteorologiczne, potrzebne do wyznaczenia różnicy wyniesienia między Łysicą a Obserwatorium Astronomicznym w Warszawie, były robione w okresie od 15 czerwca do końca października (rys. 2). Szerokość geograficzną określono z pomiarów kołem Reichenbacha w październiku 1829 r. Za wynik ostateczny przyjęto średnią arytmetyczną danych pomiarowych.

Spostrzeżenia meteorologiczne były jednak kontynuowane do następnego roku tak, że obejmowały okres od 25 V 1829 r. do 5 XI 1830 r. Prowadzono je także w innych punktach trygonometrycznych w celu porównania wyników metody baro-



**TABLICA I.**  
*Wypadki Obserwacji astronomicznych robionych w miesiącu Październiku 1829 r. na górze Łysicy, kołem powtarzającym 18° calowem Reichenbacha, w celu wyznaczenia szerokości geograficznej tejże góry.*

Październik 1829	Gwiazdy	Łuk na kole	Wzrost	Odległość Zenitowa niepoprawna.	Barometr.	Temperatura powietrza w Centigrad.	Rektascya po-truej id. t.	Odległość Zenitowa prawdziwa.	Zboczenie gwiazdy z astr. Hull	Szerokość Geograficzna
3	Polarna gór	225° 28' 28"	3	37° 30' 12", 66	707,019	+3°, 8	41° 1' 54"	37° 31' 6", 50	88° 24' 10", 19	50° 52' 53", 62
14	Polarna gór	74° 59' 46"	4	37° 29' 53", 00	696, 00	+6, 9	41, 65	37° 30' 34", 65	88° 24' 4, 19	50° 53' 29, 54
22	Słońce	123° 43' 18"	1	61° 54' 9, 00	711, 65	+5, 4	1° 35' 2", 9	61° 55' 44", 90	11° 23' 4, 60	50° 53' 10, 30
22	Niedź. w. dol	132° 48' 00"	1	66° 24' 00", 00	709,875	+1, 4	2° 7' 2, 95	66° 26' 7", 95	62° 39' 52", 56	50° 53' 59, 49
22	Niedź. w. dol	148° 48' 56"	1	74° 24' 28", 00	709,900	+1, 2	3° 19' 1", 7	74° 27' 47", 00	54° 38' 21, 79	50° 53' 51, 21
22	Polarna gór	224° 58' 12"	3	37° 29' 42", 00	709,675	+2, 0	43', 03	37° 30' 25", 03	88° 24' 7, 39	50° 53' 42, 29
22	Nied. m. dol	108° 26' 52"	1	54° 18' 26", 00	709,475	+1, 2	1° 17' 11", 88	54° 14' 43, 88	74° 51' 15, 58	50° 54' 0, 54
Średnia przeto szerokość geograficzna Łysicy jest										50° 53' 35", 28
Szerokość zaś geograficzna obserw. astr. warsz.										52° 13' 3", 49

Rys. 2. Obserwacje astronomiczne do określania szerokości geograficznej Łysicy

Fig. 2. Astronomical observations to determine of Łysica latitude

**TABLICA II.**  
*Wypadki obserwacji meteorologicznych czynionych na Łysicy od 15 Czerwca do 31 Października 1829, i wyznaczenie z nich różnicy wyniesienia między Łysicą a Obserwatorium warszawskiem.*

DATA.	Barometr na Łysicy		Termometr 10°		Barom. w obserwat.		Różnica Barom.		Wyniesienie Łysicy nad Obserwator. astr. S.A. Uniw	
	nieredukowany.	redukowany do 0° w milimetr.	na Łysicy	w Obserwatorium	redukowany do 0° w mil.	redukowany do 0° w cal. i lin. par.	w milimetrach	w liniach par.		
Gł. od 15 do 30	708,257	705,8814	26° 0, 9137	+18°, 77	+22° 0'	728,5146	27 7, 8134	2,6332	18, 8997	1555,13
Lipiec.	707,420	705,3304	26° 0, 6718	+17, 13	+19, 14	747,5346	27 7, 3871	2,2236	18, 7161	1537,00
Sierpień	708,631	706,5598	26° 1, 2131	+16, 19	+17, 68	749,0980	27 8, 0724	2,5382	18, 8593	1534,20
Wrzesień	707,217	705,4954	26° 0, 7117	+14, 06	+15, 43	748,1880	27 7, 6658	2,7626	18, 9566	1531,64
Październik.	706,462	706,0430	26° 0, 9087	+4, 62	+5, 67	749,198	27 8, 1164	2,1500	19, 2077	1494,16
Średnia z wszystkich	707,597	705,8490	26° 0' 11" 8838	+14°, 154	+15°, 958	748,510	27° 7' 11" 811	2,6615	18° 11' 927	1530, 426

Rys. 3. Obserwacje meteorologiczne do określania różnicy wyniesienia między Łysicą a Obserwatorium Astronomicznym w Warszawie

Fig. 3. Meteorological observations to determine the difference of elevation between Łysica and Astronomical Observatory in Warsaw

metrycznej wyznaczenia wyniesień z wynikami triangulacji trygonometrycznej. Dane liczbowe, zebrane w 3 tomy *in folio*, zostały przekazane do biura Komisji Rządowej Przychodów i Skarbu w Warszawie.

Z przytoczonych tablic (rys. 2 i 3) wynika, że szerokość geograficzna Łysicy wynosi  $50^{\circ} 53' 35''$ ,<sup>23</sup> a różnica wyniesienia między Łysicą a Obserwatorium Astronomicznym w Warszawie 1530,426 stóp paryskich. Jan Baranowski (1800–1879)<sup>2</sup> w 1842 r. podał nieco odmienne wartości, co pozwala przypuszczać, że pomiary te były później weryfikowane. Dokładność triangulacji Niemyskiego ocenia wysoko Armiński: „suma wszystkich trzech kątów w trójkącie rzadko się różniła o całe dwie sekundy od  $180^{\circ}$ ”. Dla porównania można się tutaj powołać na prowadzony w Niemczech w latach 1821–1823 przez Karola Fryderyka Gaussa pomiar kątów wewnętrznych trójkąta utworzonego przez wierzchołki gór Brocken, Hohelagen i Inselberg. Pomiar ten jest uważany za pierwszy eksperymentalny dowód prawdziwości geometrii euklidesowej, a powołują się na niego dziś jeszcze podręczniki fizyki. Gauss otrzymał tam jako sumę wielkość  $179^{\circ} 59' 59''$ ,<sup>320</sup>, co jest porównywalne z wynikiem triangulacji Niemyskiego.

Armiński w dobrach rządowych mierzył wyjściowe dane podstawowych punktów triangulacji na Kielecczyźnie. Poza takimi pomiarami łącznymi prowadzono także pojedyncze pomiary barometryczne wysokości, określane w ówczesnej literaturze jako różnica wyniesień między dwoma punktami (tego terminu używa się też w tym artykule). Baranowski podał w swym artykule<sup>3</sup> dane o pomiarze wysokości miasta Lublina w 1842 r. metodą barometryczną.

Zaletą była szybkość działania, niskie koszty wykonawstwa oraz niezależność od metod geometrycznych. Rzut oka na załączoną tablicę (rys. 4) pozwala stwierdzić znaczne różnice między wartościami wyniesienia, sięgające do 60 stóp w przypadku skrajnych wartości miesięcznych. Te rozbieżności miała niwelować średnia arytmetyczna jako wielkość reprezentatywna dla całej serii pomiarowej.

Podstawowe przyrządy do wykonania zadania to barometr i dwa termometry, jeden do określania temperatury rtęci w barometrze, drugi zaś, wystawiony na zewnątrz – do pomiaru temperatury powietrza. Ponieważ taka „stacyjka” była ustawiona w dwóch różnych miejscowościach, barometry i termometry były przed użytkowaniem sprawdzane i atestowane. Pomiar polegał na porównaniu miesięcznego przebiegu ciśnienia atmosferycznego i temperatury powietrza w tym samym okresie w obu miejscowościach. Różnicę wyniesienia obliczano za pomocą wzoru Laplace’a.

Pomiary powierzono L. Popowowi, lekarzowi lazaretu wojskowego w Lublinie. Został on zaopatrzony w narzędzia meteorologiczne wykonane przez miejscowego mechanika Zeisslera, które sprawdzono i porównano z przyrządami Obserwatorium Astronomicznego w Warszawie. Przez cały rok 1842 Popow codziennie o godz. 16 dokonywał odczytu barometru, termometru i psychrometru, a

<sup>2</sup> Jan Baranowski: *Położenie geograficzne Warszawy*. Biblioteka Warszawska, 1843, t. 4.

<sup>3</sup> Jan Baranowski: *Wyniesienie miasta Lublina nad poziom morza Bałtyckiego, wyznaczone z dostrzeżeń barometrycznych*. Biblioteka Warszawska, 1843, t. 2.

Wysokości barometru i termometru średnie miesięczne z dostrzeżeń o godzinie 4 po południu otrzymanych, wraz z wyniesieniem Lublina nad Warszawę, zamieszczają się w tabeli następującej.

Rok 1842.	w Warszawie			w Lublinie			Wyniesienie Lublin nad War stop. pa
	Barometr śred. reduk. do 0.		Termo- metr. Reau- mura	Barometr śred. reduk. do 0.		Termo- metr. Reau- mura	
	Cal.	l. p.		Cal.	l. p.		
Styczeń	27	11,43	-4°, 08	27	8,02	-5°, 28	201,30
Luty	—	11,16	-0,42	—	8,74	-1,25	177,34
Marzec	—	6,89	+ 2,09	—	4,43	+ 2,60	185,75
Kwiecień	—	7,93	+ 5,62	—	5,19	+ 5,30	209,09
Maj	—	9,01	+ 15,71	—	6,36	+ 14,20	211,12
Czerwiec	—	7,75	+ 15,85	—	5,32	+ 15,95	195,43
Lipiec	—	7,55	+ 16,18	—	4,85	+ 16,49	217,35
Sierpień	—	6,96	+ 21,40	—	7,10	+ 20,16	225,41
Wrzesień	—	8,09	+ 14,59	—	5,40	+ 14,43	213,73
Pozdzieńnik	—	7,98	+ 6,39	—	5,44	+ 6,10	194,80
Listopad	—	7,21	- 0,39	—	4,25	+ 0,43	211,44
Grudzień	—	10,57	+ 1,66	—	7,94	+ 1,37	195,94
Śred. Rocz.	27c.	8,70	+ 7°, 88	27c.	6,14	+ 7°, 55	204,06

Z której wypada, iż Lublin wzniesiony jest nad Warszawę o 204,06 stóp paryskich, a że Warszawa leży o 351,1 stóp par. nad poziom morza Bałtyckiego, stąd wyniesienie Lublina nad poziom tegoż morza, wynosi 555,16 stóp paryskich.

Rys. 4. Średnie miesięczne wartości elementów meteorologicznych do określenia różnicy wyniesienia pomiędzy Lublinem a Obserwatorium Astronomicznym w Warszawie

Fig. 4. Mean monthly values of meteorological elements to determine the elevation difference between Lublin and Astronomical Observatory in Warsaw

ponadto zapisywał całodzienny stan nieba, kierunek wiatru, najwyższe i najniższe wskazanie termometru. Dostrzeżenia swoje przysyłał co miesiąc do Obserwatorium w Warszawie, gdzie porównywano je z analogicznymi, robionymi równocześnie na miejscu.

Wyniki, na podstawie których można ocenić wyniesienie Lublina nad Warszawę na 204,05 stóp, podano w przedstawionej tabelce (rys. 4). Chociaż program przewidywał znacznie większą ilość obserwacji różnych elementów meteorologicznych, w tabelce zamieszczono tylko dane dotyczące ciśnienia atmosferycznego i temperatury powietrza, to jest wielkości uwzględnianych w obliczeniu wyniesienia punktu pomiarowego nad punktem podstawowym, którym jest Obserwatorium Astronomiczne w Warszawie.

Z pomiarów indywidualnych wysokości korzystał Jerzy Bogumił P u s c h (1790–1846), profesor szkoły górniczej w Kielcach, czynnej w latach 1815–1825<sup>4</sup>. Od wiosny 1817 r. do jesieni 1827 r. Pusch odbył 15 wycieczek naukowych, podczas których zbierał materiały do swojej książki o geologii Polski. W opisach różnych części kraju posługiwał się mapami wydanymi przez władze pruskie i austriackie. Brakujące dane o wysokościach na mapach uzupełniał własnymi pomiarami barometrycznymi. Za podstawowe przyjął 3 poziomy w Polsce:

1) poziom własnego barometru w Kielcach	831,8	stóp paryskich
2) poziom Wisły pod Krakowem	611,6	– „ –
3) poziom Wisły pod Warszawą	352,2	– „ –

Większa liczba stałych punktów służyła mu do powiązania jego pomiarów z danymi sieci niwelacji barometrycznej Niemiec, zorganizowanej z inicjatywy berlińskiej akademii nauk. Temperaturę w Kielcach natomiast wyznaczył na podstawie obserwacji z okresu 1822–1826. Termometr był zawieszony na wysokości 15 stóp nad gruntem, na północnej stronie izolowanego od innych budynku tak, że promieniowanie ciepła z zabudowy i gruntu miało minimalny wpływ na wskazania termometru. Za pomocą przenośnego barometru i termometru w czasie swych wędrówek wyznaczył wysokość 46 punktów z opisywanego przez siebie obszaru Polski.

W rozdziale swej książki *Hohenmessung (Pomiar wysokości)* szczegółowo podał obliczenia matematyczne. Za ich podstawę przyjął wersję Oltmansa wzoru barometrycznego Laplace'a. Zaleca także stosowanie w rachunkach tablic hipsometrycznych autorstwa G a u s s a, O l t m a n s a i B e s s e l a, które były dostępne w księgarniach.

Skomplikowana postać wzoru Laplace'a przyczyniła się do powstania paru jego uproszczeń. Jedno z nich przedstawił Pusch<sup>5</sup> w swoim artykule jako „bardzo prosty nowy sposób obliczania wysokości”. Była to metoda francuskiego uczonego B a b i n e t a, opublikowana w 1841 r. P r a ż m o w s k i omawiając ten artykuł<sup>6</sup> zwrócił uwagę na fakt, że wszystkie dotychczas znane sposoby obliczania wysokości przedstawiają tylko różne postacie wzoru Laplace'a, polegające na uproszczonych założeniach przy ich wprowadzaniu. W celu udowodnienia tego przedstawił dowód wzoru Babineta na podstawie wzoru Laplace'a, którego brakowało w oryginalnej pracy Babineta.

W toku rozważań Prażmowski określił fizyczne podstawy stosowanych przybliżeń. Poza temperaturą na niwelację barometryczną mają wpływ wilgotność powietrza i kierunek wiatru. Przy niewielkich różnicach wysokości wilgotność powietrza ma niewielki wpływ na wartość pomiaru, natomiast jego zależność od kierunku wiatru nie była wówczas znana. Stąd wyciąga praktyczny wniosek, że do obliczenia różnicy wyniesień należy dobierać obserwacje barometryczne z takich dni, w któ-

<sup>4</sup> Georg Gottlieb P u s c h: *Geognostische Beschreibung von Polen sowie der übrigen Nordkarpathen Länder*. Stuttgart und Tübingen, 1833.

<sup>5</sup> Jerzy Bogumił P u s c h: *O pomiarach wysokości miejsc przez uważanie współczesnych stanów barometru, ze względu i bez względu na ciśnienie pary w atmosferze, oraz o bardzo prostym nowym sposobie obliczania tychże wysokości*. Biblioteka Warszawska, 1845, t. 2.

<sup>6</sup> Adam P r a ż m o w s k i: *Uwagi nad artykułem p. J. B. Pusch o pomiarach wysokości miejsc, przez uważanie współczesnych stanów barometru*. Biblioteka Warszawska, 1845, t. 3.

rych obserwuje się podobne ciśnienie. Wtedy bowiem będzie większe prawdopodobieństwo, że występuje równowaga pomiędzy warstwami powietrza nad obszarem pomiarów. Za takie dni uważa parudniowe okresy z ustalonym stanem barometru w miesiącach letnich (klin wyżu azorskiego nad Polską).

Zalecana przez Puscha metoda Babineta stosowana jest jeszcze obecnie w geodezji jako tzw. metoda stopnia barometrycznego. Przedstawia ją K. Weigel w swoim podręczniku geodezji, wraz z własną modyfikacją wzorów Babineta<sup>7</sup>.

Do obliczeń barometrycznych używano wówczas, poza ścisłym wzorem Laplace'a, tablic hipsometrycznych, wydanych przez takich uczonych, jak K. F. Gauss, J. Oltmans czy też W. Bessel. Tablice Bessela uwzględniały już poprawki na wilgotność powietrza, która – chociaż występuje w ścisłym wzorze Laplace'a – mało wpływała na wynik przy niewielkich różnicach wyniesień.

Barometryczny sposób wyznaczania wysokości przedstawił w swojej *Jeografii* Jan Śniadecki (1756–1830)<sup>8</sup>. Na podstawie obserwacji w Krakowie i Wilnie obliczył wyniesienie Krakowa nad Wilnem. Przy rachunku stosował wzór barometryczny

$$X = 56\,621,8 \left[ 1 + \frac{2(T+t)}{1000} \right] \log \frac{H}{h}$$

gdzie:  $X$  – wyniesienie w stopach paryskich,  $H$  i  $h$ ,  $T$  i  $t$  – stan barometru i termometru odpowiednio w miejscowościach wyżej i niżej położonej. Jest to zarazem pierwsza polska modyfikacja wzoru Laplace'a. Poprawki na zmiany ciężkości wraz z szerokością geograficzną zawiera specjalna tabelka, podana w jego podręczniku przy prezentowaniu wzoru barometrycznego. W rachunku korzystał z własnych obserwacji meteorologicznych, robionych w obserwatoriach Krakowa i Wilna.

Maszynopis wpłynął do Redakcji 9 XI 1992 r.

#### S u m m a r y

The barometric height measurements in the Warsaw Astronomical Observatory were made or jointly with other survey measurements or separately (only height determination). The Observatory's director, professor Armiński, while measuring the triangulation points of the state estates in the neighbourhood of Kielce (Holy Cross Mountains), determined by the barometric method the height of Łysica, the highest summit of the Kingdom of Poland. In the paper the measuring station on the summit of Łysica, observational sheets for determination of the latitude and height calculations are presented. The separate case presents the sheet and description of the height determination of the town Lublin. Professor of the mining school in Kielce, Georg Gottlieb Pusch used, discussed in the paper, barometric height determination to complete missing height data on the geographical maps of the Poland territory for geological description of its various regions.

<sup>7</sup> K. Weigel: *Geodezja*. Lwów, 1938.

<sup>8</sup> J. Śniadecki: *Jeografija. Dzieła*, t. 6, 7. Warszawa, 1837.

Sławomir MAJ, Aleksander GUTERCH

Instytut Geofizyki PAN – Warszawa

**DZIAŁALNOŚĆ PROFESORA TADEUSZA OLCZAKA (1907–1983)  
W GEOFIZYCE**

**ACTIVITIES OF PROFESSOR TADEUSZ OLCZAK (1907–1983)  
IN GEOPHYSICS**

Konstanty Tadeusz Olczak – profesor Uniwersytetu Warszawskiego i długoletni redaktor kwartalnika *Acta Geophysica Polonica* – urodził się 12 III 1907 r. w Konstancji koło Ozorkowa w woj. łódzkim. Ojciec, Stanisław, zajmował się działalnością handlową; matka, Julia z Wagnerów, była nauczycielką szkół elementarnych i średnich, m.in. w Warszawie i Łodzi, a także prowadziła prywatne własne gimnazjum.

Nauki początkowe T. Olczak pobierał w domu, skąd wyniósł dobrą znajomość języka niemieckiego i francuskiego. Następnie uczył się w miejskim gimnazjum męskim o profilu matematyczno-przyrodniczym im. Józefa Piłsudskiego w Łodzi, gdzie też uzyskał świadectwo dojrzałości w 1924 r.

W tym samym roku wstąpił na Wydział Filozoficzny Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. W latach 1924–1928 studiował tam matematykę, fizykę, astronomię z geofizyką oraz geografię fizyczną; jako specjalizację wybrał geofizykę. Na uczelni żywa była jeszcze pamięć o działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej wybitnego polskiego geofizyka, prof. Maurycego Piusa Rudzkiego (1862–1916). Ówczesna Katedra Astronomii UJ, kierowana przez Tadeusza Banachiewicza (1882–1954), tkwiła swymi korzeniami w Katedrze Geofizyki Matematycznej i Meteorologii UJ – pierwszej w świecie katedrze geofizyki, powołanej w 1895 r. na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie właśnie dla M. P. Rudzkiego. Należy zaznaczyć, że z tą katedrą był również związany, chociaż krótko, Marian Smoluchowski (1872–1917), znakomity polski fizyk przełomu XIX i XX wieku.

W 1928 r., po uzyskaniu absolutorium, T. Olczak objął stanowisko asystenta w Obserwatorium Astronomicznym UJ u prof. T. Banachiewicza; obowiązki asystenta pełnił do 1932 r. Zajmował się w tym okresie przede wszystkim pomiarami

elementów pola geomagnetycznego ( $D$  i  $I$ ) w Krakowie, a ponadto w sezonach letnich brał udział w pomiarach natężenia siły ciężkości, zorganizowanych przez prof. T. Banachiewicza w północno-zachodniej Polsce. W latach 1928–1929 kierował, z ramienia Narodowego Instytutu Astronomicznego, stacją astronomiczno-meteorologiczną usytuowaną w masywie Lubomira w Beskidzie Zachodnim<sup>1</sup>. Z tego okresu pochodzą najwcześniejsze publikacje T. Olczaka, dotyczące obserwacji gwiazd zmiennych i zakryć gwiazd przez księżyc oraz struktury pola siły ciężkości na obszarze Polski.

W 1930 r. T. Olczak obliczył jako pierwszy – pod kierunkiem prof. T. Banachiewicza – efemerydę eliptyczną i mimośród orbity nowo odkrytej planety Pluton<sup>2</sup>. W roku akademickim 1930/31, po uzyskaniu stypendium Funduszu Kultury Narodowej, przebywał u prof. Czesława Białobrzeskiego (1878–1953) na Uniwersytecie Warszawskim, gdzie uzupełniał swoje studia z zakresu fizyki teoretycznej. Prowadził również w laboratorium, kierowanym przez C. Białobrzeskiego, badania dotyczące wielkości i rodzaju elektrycznego przewodnictwa naturalnych dielektryków, zwłaszcza przy naświetlaniu ich jonizującym promieniowaniem emitowanym przez sole radu.

W styczniu 1933 r. uzyskał na Uniwersytecie Jagiellońskim stopień doktora filozofii (rygoroza doktorskie obejmowały geofizykę z meteorologią oraz matematykę). Dysertacja doktorska nosiła tytuł *Pomiary przyspieszenia siły ciężkości w Polsce w latach 1926–1930*<sup>3</sup>; promotorem rozprawy był oczywiście profesor Tadeusz Banachiewicz.

Znaczącym efektem naukowej działalności T. Olczaka w okresie pobytu w Krakowie (lata 1929–1932) było odkrycie grawimetrycznych anomalii w północnej Polsce, nazwanych potem „Ujemną Anomalią Dolnej Wisły”, i „Mazurskim Wyzem Grawimetrycznym”. Wyniki badań weszły już w skład pierwszej mapy grawimetrycznej Polski, wydanej w 1931 r.

W 1933 r. T. Olczak przeniósł się na stałe do Warszawy, gdzie rozpoczął pracę w Wydziale Triangulacji Wojskowego Instytutu Geograficznego, w grupie pomiarów baz i azymutów astronomicznych; w 1935 r. kierował zespołem mierzącym deklinację magnetyczną na obszarze Polski. Wykładał także matematykę wyższą w Oficerskiej Szkole Topografów. Był uczestnikiem ekspedycji astronomicznej do Japonii w celu obserwacji zaćmienia Słońca 19 VI 1936 r. Przy tej okazji przeprowadził nawiązane grawimetryczne: Kraków–Tokio–Kioto.

W 1937 r. T. Olczak przeszedł z WIG do Politechniki Warszawskiej i zajął się konstrukcją grawimetrycznej aparatury pomiarowej (jak np. grawimetr rtęciowy, przyrząd do wyznaczania promieni krzywizn ostrzy używanych w zawieszaniach wahadeł i w precyzyjnych wagach).

<sup>1</sup> Por. T. Z. D w o r a k : *Zapomniana stacja meteorologiczna na Lubomirze*. Przegląd Geofizyczny, 1986, z. 2.

<sup>2</sup> Patrz np. *Bureau Central Astronomique de l'Union Astronomique Internationale, Observatoire de Copenhague, Circulaire No 295*, 1931.

<sup>3</sup> Ukazała się drukiem w serii *Prace Astronomiczno-Geodezyjne*, wydawanej przez prof. T. Banachiewicza, Nr 1, Kraków 1932.

Równocześnie rozwijał naukową działalność na polu teoretycznej grawimetrii. W 1938 r. ukazała się praca pt. *On the mass of the Earth and on gravity within the Earth*<sup>4</sup>, w której wykazał, że sejsmiczny model globu ziemskiego, opracowany w latach 1936–1937 przez K. E. Bullena i H. Jeffreysa, ma o 0,6% zbyt małą masę w porównaniu z wynikami, jakie sugeruje teoria figury Ziemi z dokładnością do pierwszego rzędu małych wielkości. Ponadto w pomysłowy a prosty sposób obliczył radialny rozkład natężenia siły ciężkości  $g$  wewnątrz wymienionego modelu, wychodząc z podstawowego warunku dla potencjału siły ciężkości we wnętrzu Ziemi (spełnienie równania Poissona). Ten skorygowany wariant modelu, uznany przez K. E. Bullena (1939)<sup>5</sup> był przez kilkanaście lat źródłem najdokładniejszych danych co do masy Ziemi, równikowego natężenia siły ciężkości i dystrybucji  $g$  wewnątrz globu.

Wybuch II wojny światowej przyniósł zasadniczą zmianę w działalności naukowej T. Olczaka. Losy kampanii wrześniowej rzuciły go do Lwowa. Tam w styczniu 1940 r. został zatrudniony na stanowisku profesora przy Katedrze Geofizyki Uniwersytetu Lwowskiego. Rozpoczął równocześnie współpracę z obserwatorium grawimetrycznym w Połtawie; wraz z N. H. Popowem przeprowadził grawimetryczne nawiązanie Lwów–Połtawa. Ponadto został konsultantem w lwowskim oddziale Głównego Związkowego Trustu Geofizycznego (GSGT), gdzie zetknął się bliżej z różnymi metodami geofizyki prospekcyjnej.

W 1940 r. T. Olczak opracował nową i w pełni oryginalną metodę pomiaru wyższych pochodnych potencjału pola siły ciężkości za pomocą wariometru grawitacyjnego (waga skręceń Eötvösa). Sporządzone przez niego mapy drugiej i trzeciej pionowej pochodnej potencjału grawitacyjnego obszarów wschodniego Podkarpacia były pierwszymi mapami tego rodzaju w świecie. Metoda ta została ogłoszona drukiem dopiero po wojnie, w dwóch publikacjach: *Pomiary wagą skręceń i problem wyznaczenia wyższych pochodnych normalnych zewnętrznego potencjału siły ciężkości*<sup>6</sup> i *The Eötvös torsion balance and the problem of determining the higher normal derivatives of the external gravity potential*<sup>7</sup>. W związku z interpretacją terenowych pomiarów grawimetrycznych opracował własną laboratoryjną metodę bezwzględnego pomiaru gęstości skał. Danymi tego rodzaju był zawsze zainteresowany, a w omawianym okresie samodzielnie wyznaczał w laboratorium gęstości próbek skalnych z rdzeni wiertniczych.

Po zajęciu Lwowa przez Niemców w lecie 1941 r. T. Olczak wrócił do Warszawy i w 1942 r. objął stanowisko geofizyka w Amt für Bodenforschung (b. PIB), gdzie prowadził terenowe pomiary magnetyczne na punktach wiekowych; wyniki zostały ogłoszone po wojnie. W latach 1945–1953 kontynuował pracę w Państwowym Instytucie Geologicznym – początkowo w Krakowie, przejściowo w Raciborzu, a od 1947 r. ponownie w Warszawie. Jego zasługą była odbudowa i uruchomienie Ślą-

<sup>4</sup> Acta Astronomica, ser. C, vol. 3, 81–85, 1938.

<sup>5</sup> Bullen K. E.: *On recent developments in knowledge of the Earth interior*. Acta Astronomica, ser. C, vol. 4, 17–32, 1939.

<sup>6</sup> Bull. Pol. Inst. Geol., No 45, ser. Geophys., Nb. 3, 27–44, Warszawa, 1948.

<sup>7</sup> Acta Astronomica, ser. C, vol. 4, 85–96, Cracovie 1949.

skiej Stacji Geofizycznej w Raciborzu<sup>8</sup>, założonej w 1928 r. przez Karla Ma i n - k e (1874–1943), niemieckiego sejsmologa, profesora Uniwersytetu w Getyndze. W Instytucie Geologicznym zorganizował Wydział Geofizyki Stosowanej i zapoczątkował intensywne terenowe prace geofizyczno-poszukiwawcze w zakresie grawimetrii, magnetyki, sejsmiki na obszarze Dolnego Śląska, płn.-wsch. Polski i w rejonie Kłodawy. Również z jego inicjatywy utworzono Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych (obecnie Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych) w Warszawie.

W 1953 r. T. Olczak został mianowany pierwszym naczelnym dyrektorem nowo utworzonego Zakładu (obecnie Instytutu) Geofizyki PAN, placówki naukowej, którą sam energicznie organizował i rozwijał. Obowiązki dyrektora pełnił do 1960 r. Za jego kadencji Instytut Geofizyki PAN – obejmujący początkowo Obserwatorium Sejsmologiczne w Warszawie, Śląską Stację Geofizyczną w Raciborzu i Obserwatorium Magnetyczne im. St. Kalinowskiego w Świdrze – utworzył lub odbudował nowe placówki: Obserwatorium Magnetyczne w Helu, Obserwatorium Sejsmologiczne w Krakowie, stację sejsmologiczną w Niedzicy i stację sejsmologiczną w Chorzowie-Katowicach. W 1957 r. rozpoczęto budowę Centralnego Obserwatorium Geofizycznego w Belsku pod Grójcem, w odległości ok. 50 km od Warszawy (w pełni uruchomionego w 1965 r.).

W 1953 r. T. Olczak związał się na stałe z Uniwersytetem Warszawskim. Powierzono mu stanowisko kierownika Katedry Geofizyki Stosowanej na Wydziale Geologii UW, którego to Wydziału także był dziekanem w latach 1954–1957. W roku następnym, 30 VI 1954 r. T. Olczak uzyskał tytuł profesora nadzwyczajnego; profesorem zwyczajnym został w 1970 r. W 1957 r. objął kierownictwo Katedry Fizyki Litosfery (na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii UW) i funkcję tę sprawował aż do przejścia na emeryturę w 1978 r. Również w 1957 r. powołano T. Olczaka na stanowisko redaktora naczelnego kwartalnika *Acta Geophysica Polonica*. Z powodzeniem kierował czasopismem 25 lat, do 1982 r.

W okresie 1945–1953 działalność czysto naukowa T. Olczaka skupiła się siłą rzeczy na geofizyce poszukiwawczej, a zwłaszcza na badaniach regionalnych anomalii pola siły ciężkości. Efektem tych prac było np. geofizyczne rozpoznanie wielkiego wysadu solnego w Kłodawie na Kujawach, czy też odkrycie wysadu solnego i złoża węgla brunatnego w okolicach Łodzi. Jego autorstwa jest mapa grawimetryczna całego obszaru Polski, wydana w 1951 r.

W latach pięćdziesiątych T. Olczaka zaczęły coraz bardziej interesować wiekowe zmiany elementów pola geomagnetycznego w Polsce, a zwłaszcza bieg wiekowy deklinacji magnetycznej  $D$ . Na podstawie rozmaitych dostępnych źródeł kronikarskich i kartograficznych, jak np. orientacja starych map i planów miast, podał wykresy przypuszczalnych zmian wiekowych deklinacji  $D$  od połowy XVI w. w Gdańsku<sup>9</sup> oraz od połowy XVII w. w Warszawie<sup>10</sup>. Nieopublikowane materiały zawierają

<sup>8</sup> Por. K. O l p i ń s k a - W a r z e c h o w a : *Śląska Stacja Geofizyczna (1928–1985)*. Przegląd Geofizyczny, 1987, z. 1.

<sup>9</sup> *Secular variation of magnetic declination at Gdańsk*. *Acta Geophys. Pol.*, t. 3, 27–33, 1955.

<sup>10</sup> *Orientacja niektórych dawnych planów Warszawy a zmiany wiekowe deklinacji magnetycznej*. *Informacja wstępna*. *Kwart. Hist. Nauki Techn.*, t. 29, 101–122, 1984.

podobnego typu wykres biegu wiekowego deklinacji  $D$  w okresie XIX–XX w. sporządzony dla Łodzi. T. Olczak wykorzystywał do wymienionych celów także magnetyczne orientacje średniowiecznych budowli sakralnych, stawianych przez ówczesnych muratorów na kierunek magnetyczny.

Głównym obiektem historycznych dociekań T. Olczaka była jednak sejsmiczność terenów Polski. W latach 1964–1966 ogłosił szereg prac dotyczących karpackich trzęsień ziemi z okresu 1785–1786. Zajmował się również współczesną aktywnością sejsmiczną, zwłaszcza na Górnym Śląsku. Tak np. wskazywał, że w regionie tym, wbrew pierwotnym przypuszczeniom, nie ma naturalnych trzęsień ziemi, występują tylko tąpnięcia związane z eksploatacją węgla kamiennego.

Niezmienny element naukowych zainteresowań T. Olczaka stanowiła zawsze teoria figury Ziemi, jak np. teoria sferoidy poziomej. W 1970 r. ukazał się artykuł *Elipsoida ziemska i niektóre stany z nią związane*<sup>11</sup>, w którym T. Olczak podał – wykorzystując dane satelitarne – nowe i doskonalsze pola normalne siły ciężkości, mające znaczenie w praktycznych zastosowaniach. W ostatniej pracy, opublikowanej już pośmiertnie<sup>12</sup>, sformułował ogólne i podstawowe twierdzenia dotyczące sferoidy Clairaut-Brunsa (np. rozkład natężenia siły ciężkości na sferoidzie, kształt sferoidy, biegunowe równanie sferoidy); zwrócił ponadto uwagę na konieczność dokładnych badań numerycznych sferoid przed wyborem stałych określających elipsoidę ziemską. Niestety, dalszych, bardzo interesujących pomysłów nie zdążył już zrealizować.

Profesor Tadeusz Olczak zmarł w Warszawie 5 IV 1983 r.; spoczął na starym cmentarzu Powązkowskim, w kwaterze 105<sup>13</sup>.

W ciągu ponad 20-letniej działalności dydaktycznej wykształcił przeszło 120 absolwentów w rozmaitych dyscyplinach geofizyki, jak sejsmologia, grawimetria, fizyka wnętrza Ziemi, geotermika, magnetyzm ziemski, fizyka magnetosfery. Wielu spośród nich pracuje twórczo w różnych ośrodkach geofizycznych, zarówno w kraju jak i za granicą. Wykłady prowadzone przez prof. T. Olczaka nie należały do łatwych. Były zbyt skondensowane w treści, często bardzo specjalistyczne i wymagały od słuchaczy dobrego wstępnego przygotowania, np. z klasycznej teorii pola. Z przyjemnością chodziło się natomiast na seminaria prof. T. Olczaka. Tutaj erudycja, czytanie, szerokie horyzonty myślowe Profesora stwarzały niepowtarzalną atmosferę, mogącą rzeczywiście zachęcić do naukowych dociekań. Prof. T. Olczak nie narzucał z zasady konkretnych tematów badań, popierał indywidualne zainteresowania, ale jednocześnie wyznawał zasadę: „jak uczyć się pływać, to na głębokiej wodzie”. Doskonale wyczuwał ważność interdyscyplinarnych zagadnień, powstających na styku różnych specjalności szeroko pojętej geofizyki i pokrewnych nauk o Ziemi. Szczególnymi względami darzył zwłaszcza fizykę minerałów i skał, upatrując w niej główny klucz do rozwiązania wielu zagadek fizyki wnętrza Ziemi. Doceniał rolę polowych

<sup>11</sup> Acta Geophys. Pol., t. 18, 299–323, 1970.

<sup>12</sup> On the Clairaut-Brunsa spheroids, Acta Geophys. Pol., t. 38, 197–205, 1990. Wersja w języku polskim: O sferoidach Clairaut-Brunsa; kilka proponowanych twierdzeń i wzorów. Zesz. Nauk. AGH, nr 1000; Geodezja, z. 87, 101–111, 1986.

<sup>13</sup> Por. Profesor doktor Tadeusz Konstanty Olczak (1907–1983). Przegląd Geofizyczny, 1984, z. 2.

i stałych badań stacyjnych, konieczność ciągłości pracy obserwatoriów geofizycznych, znaczenie eksperymentów w geofizyce, jednak zawsze podkreślał: „wykorzystywać dane obserwacyjne, nie zajmować się tylko ich gromadzeniem”.

T. Olczak pisał dużo: bibliografia jego prac opublikowanych, archiwalnych, przygotowanych do druku i w manuskryptach liczy ponad 150 pozycji. Tematyka jest bardzo zróżnicowana i szeroka – dużą część stanowią prace o charakterze informacyjnym; między nimi są prace z zakresu historii polskiej geofizyki. W ogóle T. Olczak dziejami nauk o Ziemi zajmował się bardzo intensywnie. Gromadził własne zbiory danych dotyczących starych zapisów (informacji) o rozmaitych zjawiskach geofizycznych – zwłaszcza trzęsieniach ziemi – na terenie Polski, pomiarach deklinacji pola magnetycznego Ziemi oraz działalności naukowej poszczególnych osób w zakresie geofizyki, geodezji, geografii fizycznej, kartografii, astronomii. W dziedzinie historii nauki był rzeczywiście autorytetem i niewyczerpanym źródłem wiadomości. Przez wiele lat blisko współpracował z redakcją *Polskiego Słownika Biograficznego*.

Rzut oka na bibliografię prac T. Olczaka ujawnia jeszcze jedną ciekawą i charakterystyczną cechę jego naukowej działalności. Było nią stałe zainteresowanie problemami związanymi z polem grawitacyjnym Ziemi i teorią figury Ziemi. Publikacje zawierające treści tego rodzaju pojawiają się niemal jako pierwsze – takie są też publikacje ostatnie. Wyjaśnienie jest chyba proste – T. Olczak był wychowankiem prof. T. Banachiewicza z Uniwersytetu Jagiellońskiego, znakomitego astronoma i geodety; nic dziwnego, że w zakresie grawimetrii kontynuował poczynania swego nauczyciela.

Wydaje się, że jest jeszcze zbyt wcześnie, aby w pełni ocenić wkład, jaki prof. Tadeusz Olczak wniósł w rozwój polskiej geofizyki. Nie ulega jednak wątpliwości, że jego ponad pięćdziesięcioletnia naukowa, dydaktyczna i organizacyjna działalność zaważyła w sposób znaczący nad kierunkami badań geofizycznych w Polsce w drugiej połowie XX wieku.

Maszynopis wpłynął do Redakcji 16 XII 1992 r.

#### S u m m a r y

The scientific, didactic and organizational activities of Professor Tadeusz Olczak (1907–1983), a well-known Polish geophysicist, are briefly described.

Another article, in English, entitled *Professor Tadeusz Olczak – A Polish Geophysicist*, was published in the quarterly *Acta Geophysica Polonica*, vol. XXXVIII (1990), pp. 207–214.

Henryk T. MITOSEK

Instytut Geofizyki PAN – Warszawa

**INFORMACYJNE KRYTERIUM AKAIKE  
I JEGO WYKORZYSTANIE W HYDROLOGII (II)  
DOBÓR RZĘDU MODELU AUTOREGRESYJNEGO**

**AKAIKE'S INFORMATION CRITERION  
AND ITS USING IN HYDROLOGY (II)  
CHOICE OF ORDER OF AUTOREGRESSION MODEL**

W hydrologii, a przede wszystkim w gospodarce wodnej, często pojawia się zagadnienie modelowania hydrologicznego procesu stochastycznego za pomocą modelu autoregresyjnego. Problem ten jest dobrze osadzony w praktyce hydrologicznej (Mitosek, 1984).

Symulowanie procesu przepływu ma swój początek w realizacji Programu Harvardzkiego, kiedy Thomas i Fiering (1962) sugerowali generowanie przepływów średnich miesięcznych za pomocą modelu autoregresyjnego pierwszego rzędu AR(1). Następnie tą samą problematyką zajmowali się m.in. Young i Pisano (1968) wykorzystując model AR( $p$ ), gdzie  $p \geq 1$ . Natomiast Swain i Dziedzic (1964) zaproponował generować modelem AR( $p$ ),  $p \geq 1$ , przepływy średnie roczne, na potrzeby swojej metody fragmentów.

Przy każdej próbie zastosowania modelu AR( $p$ ) zawsze wylania się problem właściwego doboru jego rzędu. Trudność tę można rozwiązać w postępowaniu identyfikacyjnym, które jest prowadzone, każdorazowo indywidualnie, za pomocą danych empirycznych związanych z rozważanym procesem. Box i Jenkins (1983) proponowali dobierać wielkość rzędu modelu w wyniku jakościowej analizy przebiegu estymatorów funkcji autokorelacyjnej i funkcji autokorelacji cząstkowej. Niestety taka analiza cechuje się sporą dozą subiektywizmu. Dopiero rozwiązanie uzyskane przez Akaike (1969, 1970) zobiektywizowało problem doboru wielkości rzędu modelu autoregresyjnego.

**Informacyjne kryterium  
doboru rzędu modelu autoregresyjnego**

Przy dopasowaniu modelu autoregresyjnego rzędu  $p$ ,  $AR(p)$ , do stacjonarnego ciągu czasowego  $\{x(t)\}$  o zerowej wartości średniej zakłada się, że  $x(t)$  jest generowane według zależności

$$x(t) + a_1 x(t-1) + \dots + a_p x(t-p) = \xi(t) \quad (1)$$

gdzie zmienne losowe  $\xi(t)$ , będąc innowacjami ciągu  $\{x(t)\}$ , są ciągiem wzajemnie niezależnych normalnych zmiennych losowych o zerowej średniej i wariancji  $\sigma^2$ ; ponadto przyjmuje się, że  $\xi(t)$  jest zmienną niezależną od zmiennych  $x(t-1), x(t-2), \dots$

Założenie, że ciąg  $\{x(t)\}$  ma zerową wartość średnią, w niczym nie ogranicza ogólności rozważań. Zawsze można rozpatrywany ciąg  $\{x(t)\}$  ucentrować, czyli od każdego jego elementu  $x(t)$  odjąć wartość średnią ciągu.

Gdy są dane obserwacje  $x_0(t)$  dla  $t = 1, 2, \dots, N$ , to w wyniku minimalizacji wartości sumy kwadratów odchyłeń

$$\begin{aligned} \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N-p} \{x_0(t) - x(t)\}^2 &= \\ &= \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N-p} \{x_0(t) + [a_1 x(t-1) + \dots + a_p x(t-p)]\}^2 \end{aligned} \quad (2)$$

można uzyskać oszacowania najmniejszych kwadratów współczynników  $a_i$  ( $i = 1, 2, \dots, p$ ), modelu  $AR(p)$ , a minimalna wartość sumy kwadratów (2) dostarcza oszacowania wariancji składnika innowacyjnego  $\xi(t)$ . Model stacjonarnego ciągu czasowego określonego za pomocą tych oszacowań jest procesem autoregresyjnym, którego pierwsze  $(p+1)$  kowariancje są identyczne z odpowiadającymi im kowariancjami z próby  $C(i)$ , ( $i = 0, 1, \dots, p$ )

$$C(i) = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N-1} x(t+i)x(t) \quad (3)$$

Wypada zauważyć, że omawiana procedura estymacji ciągu kowariancji jest całkowicie zależna od wyboru wielkości rzędu modelu  $p$ . Tym samym dopasowanie modelu autoregresyjnego jest źle postawione, gdy nie są określone reguły doboru rzędu.

Na podstawie poczynionych założeń można napisać zlogarytmowaną funkcję wiarygodności,  $\ln L$ , rozwiązanego modelu (1) (Akaike, 1969, 1970)

$$\ln L = -\frac{1}{2} \ln (2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=0}^p \sum_{j=0}^p a_i a_j R(i-j) \quad (4)$$

gdzie z definicji  $a_0 \equiv 1$ ; a  $R(i) = E [x(t+i)x(t)]$  jest  $i$ -tą kowariancją procesu (rzeczywistego, a więc o nieznanym rozkładzie prawdopodobieństwa), która jest zależna od tegoż nieznanego rozkładu.

Ponieważ wartości funkcji  $\{R(i)\}$  są nieznane, w celu określenia jakości dopasowania modelu (1) specyfikowanego przez parametry  $\sigma^2$  i  $a_1, a_2, \dots, a_p$ , należy je zastąpić przez stosowne oszacowania kowariancją z próby,  $C(i)$ , określone zależnością (3), przy czym

$$C(i) = C(-i) \quad (5)$$

Ciąg kowariancji  $\{R(i)\}$  musi być dodatnio określony, a jego oszacowanie  $\{C(i)\}$  spełnia ten warunek. Stąd oszacowanie funkcji  $\ln L$  w rozważanym przypadku jest dane przez

$$\ln \hat{L} = -\frac{1}{2} \ln (2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=0}^p \sum_{j=0}^p a_i a_j C(i-j) \quad (6)$$

Funkcja  $N(\ln \hat{L})$  jest nazywana zmodyfikowaną zlogarytmowaną funkcją wiarygodności. Natomiast wartości parametrów, które maksymalizują wartość tej zmodyfikowanej funkcji, są dostępne z zależności

$$C(i) = -\sum_{j=1}^p \hat{a}_j C(i-j); \text{ dla } i = 1, 2, \dots, p \quad (7)$$

oraz

$$\hat{\sigma}^2 = C(0) + \sum_{j=1}^p \hat{a}_j C(j) \quad (8)$$

Na podstawie asymptotycznego rozkładu estymatora  $C(i)$  Akaike (1969, 1970) wyprowadził asymptotyczny rozkład estymat największej wiarygodności parametrów:  $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$  i  $\hat{\sigma}^2$ . Z tego rozkładu asymptotycznego wynika, że asymptotyczne zachowanie kryterium informacyjnego określonego

$$AIC = (-2) N (\ln \hat{L}) + 2 (p+1) \quad (9)$$

jest identyczne z przypadkiem niezależnych obserwacji. Gdy interesuje nas jedynie porównanie modeli autoregresyjnych różnych rzędów, to identyczne dodatkowe stałe nie mają wpływu na wynik porównania i zależność (10) może być zapisana jako

$$AIC = N \ln (\hat{\sigma}^2) + 2p \quad (10)$$

W przypadku dopasowywania wielkości rzędu modelu autoregresyjnego stacjonarnego ciągu czasowego  $\{x(t)\}$  należy:

a) przekształcić ciąg  $\{x(t)\}$  w ciąg  $\{\hat{x}(t)\}$ , który ma zerową wartość średnią. Dalsze obliczenia należy wykonywać na danych zestawionych w tym nowym ciągu  $\{\hat{x}(t)\}$ ;

b) przyjąć wielkość  $p_{\max}$ , która jest większa niżli domniemywany rząd modelu. Oszacować według zależności (3) kowariancję z próby  $C(i)$ , dla  $i = 0, 1, \dots, p_{\max}$ . Ze względu na narastanie błędów oszacowania  $C(i)$ , wielkość  $p_{\max}$  nie może być zbyt duża w stosunku do całkowitej liczebności ciągu  $N$ . Proponujemy, aby przy  $N \geq 50$  wielkość  $p_{\max}$  spełniała warunek:  $p_{\max} \leq \text{Entier}(N/6)$ ;

c) dla kolejnych wartości parametru  $i$ , ( $i = 1, 2, \dots, p_{\max}$ ), wykonać następujące obliczenia:

$\alpha$ ) rozwiązać układ równań liniowych (7) względem niewiadomych parametrów:  $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_i$ ,

$\beta$ ) z relacji (8) oszacować wielkość wariancji  $\hat{\sigma}^2$ ,

$\gamma$ ) określić wartość kryterium  $AIC$  według zależności (10).

Jako rząd modelu autoregresyjnego przyjąć tę wielkość parametru  $i$ , dla której uzyskano najmniejszą wartość kryterium  $AIC$ . Gdyby okazało się, że dla kilku różnych wielkości  $i$  otrzymuje się taką samą wartość kryterium  $AIC$ , to najlepszy jest model o najmniejszym rzędzie.

### Przykład zastosowania

Przedstawimy rozwijaną metodę doboru rzędu modelu autoregresyjnego na przykładzie procesów (a) średnich przepływów rocznych rzeki Warty w Poznaniu i (b) średnich stanów rocznych jeziora Vaernern w Sjoetorp (Szwecja). W dyspozycji mieliśmy realizacje tych procesów, które obejmowały odpowiednie okresy 1826–1965 (140 lat obserwacji) i 1807–1988 (182 lata obserwacji). Zwracamy uwagę, że w obu przypadkach dysponowaliśmy wyjątkowo długimi realizacjami. Przyjmując  $p_{\max} = 7$  oraz zakładając, że obie realizacje dotyczą procesów stacjonarnych – po stosownym ucentrowaniu realizacji i oszacowaniu kowariancji,  $C(i)$ ,  $i = 0, 1, \dots, 7$  – powtórzono  $p_{\max} = 7$  razy obliczenia opisane w punktach ( $\alpha$ ) – ( $\gamma$ ), a ich wyniki zestawiono poniżej.

Wielkość kryterium  $AIC$  w funkcji rzędu modelu  $i$

$i$	Warta w Poznaniu	Vaernern w Sjoetorp
1	1614,50	473,31
2	1616,50	461,81
3	1618,46	463,37
4	1620,36	465,34
5	1621,09	466,01
6	1622,11	467,40
7	1623,64	468,42

W wyniku porównania wartości kryterialnych  $AIC$ , które uzyskano w obu rozważanych próbach losowych, stwierdzono, że należy przyjąć w przypadku (a) przepływów średnich rocznych rzeki Warty w Poznaniu proces  $AR(p)$  rzędu  $p = 1$ , (b) średnich stanów rocznych jeziora Vaernern w Sjoetorp proces  $AR(p)$  rzędu  $p = 2$ .

Przedstawiona procedura stanowi obiektywne narzędzie doboru rzędu modelu autoregresyjnego, które powinno znaleźć zastosowanie w praktyce inżynierskiej.

## Literatura

- Akaike H., 1969, *Fitting autoregressive models for prediction*. Ann. Inst. Statist. Math., t. 21, 243-247.
- Akaike H., 1970, *Statistical predictor identification*. Ann. Inst. Statist. Math., t. 22, 203-217.
- Box G. E. P., Jenkins G. M., 1983, *Analiza szeregów czasowych. Prognozowanie i sterowanie*. Warszawa, PWN.
- Mitosek H. T., 1984, *Stochastyczna struktura przepływu rzecznoego*. Warszawa, Wyd. Geologiczne.
- Swanidze G. G., 1964, *Osnowy rasczeta riegulirowanija riecznego stoka mietodom Monte-Karlo*. Tbilisi, Izd. Mecnierieba.
- Thomas H. A., Fiering M. B., 1962, *Mathematical synthesis of streamflow sequences for analysis of river basins by simulation*. [W:] *Design of water resource systems* (red. A. Maass in.), Cambridge, Harvard University Press.
- Young G. K., Pisano W. C., 1968, *Operational hydrology using residuals*. J. Hydraul. Div. Proc. ASCE, 94, HY4, 909-923.

## Summary

In the paper one presents procedure of empirical choice - on the base of the sample - of order of an autoregression model. Considered choice is realized simultaneously with parameters estimation by maximum likelihood method for the model using Akaike's information criterion.



Katarzyna ŁOPATA

Instytut Nauk Fizycznogeograficznych UW

### DLUGOOKRESOWE TENDENCJE ODPLYWU RZEK

#### LONG-TERM TRENDS OF THE RIVER RUN-OFF

Zagadnienie cykliczności odpływu rzek w skali globalnej i regionalnej jest stale aktualne. Badania powtarzalności okresów i cykliczności odpływu rzek oraz innych zjawisk hydroklimatycznych dostarczają wielu dowodów na istnienie okresów o długości 2–100 lat. Jeź, J o k i e l i K o ż u c h o w s k i (1987) stwierdzili, że najistotniejsze są cykle: 2–3-letni, 5–7-letni, 10–11-letni, 18–22-letni i ok. 100-letni. B a j d a l (za Jeżem i in., 1987) wysunął koncepcję tzw. cyklu geoklimatycznego trwającego 35 lat. B a r t a (za Gregorim i in., 1988) sugerował istnienie 45-letniej cykliczności zjawisk geomagnetycznych, a B o u w e r (za Gregorim i in., 1988) wyróżnił 50-letnią cykliczność w ruchu obrotowym Ziemi i 45-letnią zmienność wahań poziomu morza. Ponadto M o s e t t i (za Gregorim i in., 1988) twierdził, że można oczekiwać 45-letniej cykliczności pola grawitacyjnego i 45–50-letniej zjawisk klimatycznych. Ten sam autor badając również cykliczność trzęsień Ziemi w latach 1700–1930 uzyskał okres 45-letni. W ostatnich latach S c h o v e (1986) zasugerował istnienie 42,5–45-letniej cykliczności plam słonecznych, zórz polarnych i zmienności położenia planet Saturn-Uran.

Zmiany parametrów geofizycznych, do których należą: położenie osi ziemskiej, prędkość ruchu obrotowego Ziemi, wpływy heliofizyczne i kosmiczne, tworzą zespół nakładających się cykli o różnych długościach. Jednakże cykl 45–50-letni zauważono we wszystkich przypadkach. Powstaje pytanie, czy 45–50-letnia cykliczność (jeżeli w ogóle istnieje) jest wywołana przez fluktuacje w jądrze ziemskim lub czy jest efektem zmian ilości energii słonecznej, a może jest wywołana przez cykliczność pływów morskich, która z kolei powodowana jest wpływem pary planet Saturn-Uran.

Ogniwem wiążącym procesy zachodzące w atmosferze z procesami hydrologicznymi jest cyrkulacja atmosferyczna, regulująca transport wilgoci znad morza nad ląd i decydująca o jej południkowym przemieszczaniu. Procesy cyrkulacyjne wpływają więc pośrednio na formowanie się odpływu. Cykliczne zmia-

ny odpływu rzek spowodowane są więc czynnikami geograficznymi, a także geofizycznymi.

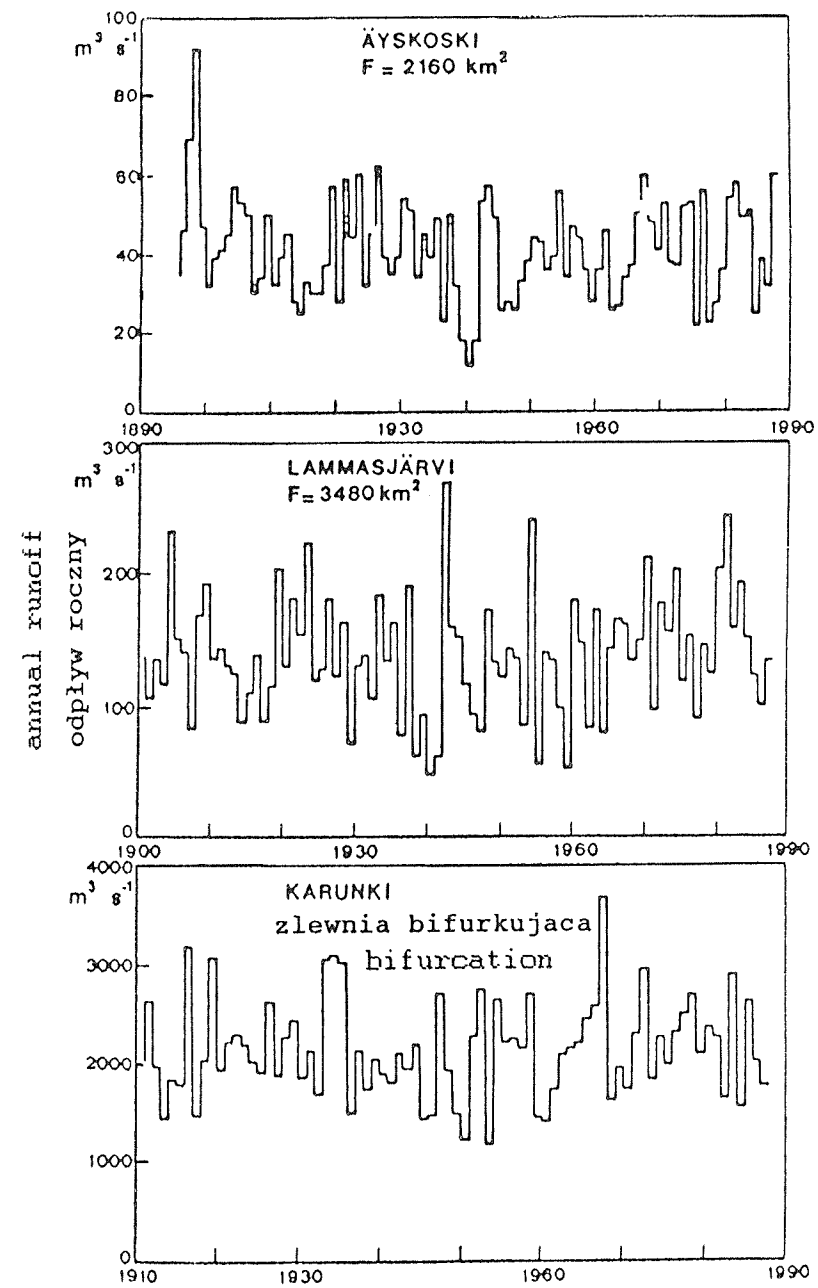
Celem artykułu jest przedstawienie najnowszych wyników badań dotyczących cykliczności, tendencji odpływu oraz częstości występowania wezbrań wybranych rzek. Wyboru obiektów z obszarów Europy i Afryki dokonano na podstawie dostępnych materiałów. Zwrócono również uwagę na tendencje zmian opadów atmosferycznych bezpośrednio kształtujących odpływ.

### Cykliczność i tendencje odpływu rocznego rzek

L e p p ä j ä r v i (1989) analizowała długie ciągi przepływów rocznych wybranych rzek fińskich: Tornion – Karunki (78 lat), Oulu – Lammesjärvi (88 lat) i Kymi – Äyskoski (93 lata). Wybrane ciągi zawierają wezbrania zarówno roztopowe, jak i deszczowe. Prawie 100-letnie serie odpływu analizowano w całości, a następnie rozdzielono na 3 ciągi 30-letnie w celu stwierdzenia, czy długość ciągu wpływa na ocenę wezbrania. W celu scharakteryzowania wezbrań wykreślono równania częstotliwości, natomiast krzywą prawdopodobieństwa przepływów rocznych określono rozkładem Gumbela i logarytmicznonormalnym. Uzyskane wyniki pokazują, że nie ma istotnych różnic między poszczególnymi seriami lub między okresami 30-letnimi a całym seriami. W ciągu ostatniego 30-lecia stwierdzono tendencję wzrostową średniego odpływu rocznego trzech rzek (rys. 1), szczególnie wysoką w zlewniach Tornion i Oulu, mniejszą w przypadku Kymi, gdzie najwyższy odpływ zaznaczył się w latach 1896–1930. Wyraźnie niższe wartości przepływu zaznaczyły się w 30-leciu 1931–1960. Ciągi opadów na obszarze Finlandii (1888–1988) wykazują tendencję malejącą w południowej części kraju, lekko wzrastającą w części środkowej i nieokreślone zmiany na północy. H y v ä r i n n e n i L e p p ä j ä r v i (1989) stwierdzili niewielki wzrost odpływu rocznego rzek fińskich, lecz jednoznacznie nie udowodnili, czy jest to spowodowane zmianami klimatu.

Analizą długookresowej periodyczności odpływu wybranych rzek europejskich, także i fińskich, zajmowali się G u t r y - K o r y c k a i B o r y c z k a (1990), którzy stwierdzili, że odpływ rzek europejskich ulega wahaniom okresowym o znacznych amplitudach: są to okresy krótkie 5–8-letnie i 10–15-letnie zbliżone do 11-letniego cyklu aktywności Słońca. Nieco dłuższe cykle odpływu, trwające od 7 do 22 lat, charakteryzują: Łabę, Niemen, Newę, Götę, Wisłę i Odrę. Potrójny cykl odpływu 27–36 lat zaznaczył się we wszystkich przypadkach z wyjątkiem Odry. Najdłuższe cykle rocznego odpływu wykazuje Newa (132 lata), Göta (87 lat) i Niemen (67 lat). Długie cykle odpływu rzek zostały także stwierdzone przez S t a c h ý e g o (1970), które wynoszą odpowiednio: Wełtawa 86 lat, Niemen 82 lata, Łaba 85 lat i Dniepr 88 lat.

Tendencja zmian antropogenicznych została określona jako przyrost odpływu rzek w ciągu 100 lat, oddzielony od zmian naturalnych. Jest ona znaczna; stanowi od kilku do kilkunastu procent średnich wartości wiekowych. Tendencja odpływu pochodząca z przyrostów antropogenicznych najslabiej zaznacza się w rzekach skandynawskich Kymi i Göta.

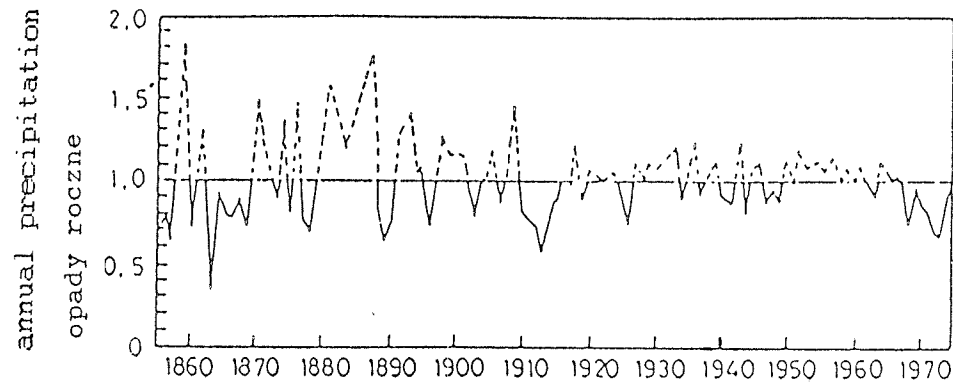


Rys. 1. Serie odpływu rocznego wybranych rzek fińskich (Leppäjärvi, 1989)

Fig. 1. The time series of the annual floods analysed (after Leppäjärvi, 1989)

Poszukiwanie długoletniej zmienności przepływu rocznego rzek afrykańskich w latach 1904–1982 było przedmiotem badań Shahina (1986), który stwierdził brak synchroniczności przepływu wysokiego i niskiego w Afryce Środkowej. Udowodnił za pomocą funkcji autokorelacyjnej, że istnieje niejednakowa cykliczność przepływu w systemach rzecznych Nigru i Nilu. Badaniom poddano 13 ciągów przepływu: tylko 3 z nich: Bani, Bahr-al-Dżabal i Biały Nil wykazują trend liniowy, istotny na poziomie 5%.

Rzeki wypływające z wielkich jezior równikowych charakteryzowały się w latach 1962–1982 wyjątkowo wysokimi wartościami przepływu rocznego. W dekadzie 1962–1972 były one prawie dwukrotnie wyższe niż w okresie poprzedzającym skokową zmianę, która nastąpiła na przełomie lat 1961 i 1962. Gwałtowny wzrost odpływu Bahr-al-Dżabal był odbiciem podniesienia poziomu wody w Jeziorze Wiktorii o 1–1,5 m. Wcześniej wysoką wartość stwierdzono w latach 1917 i 1918.

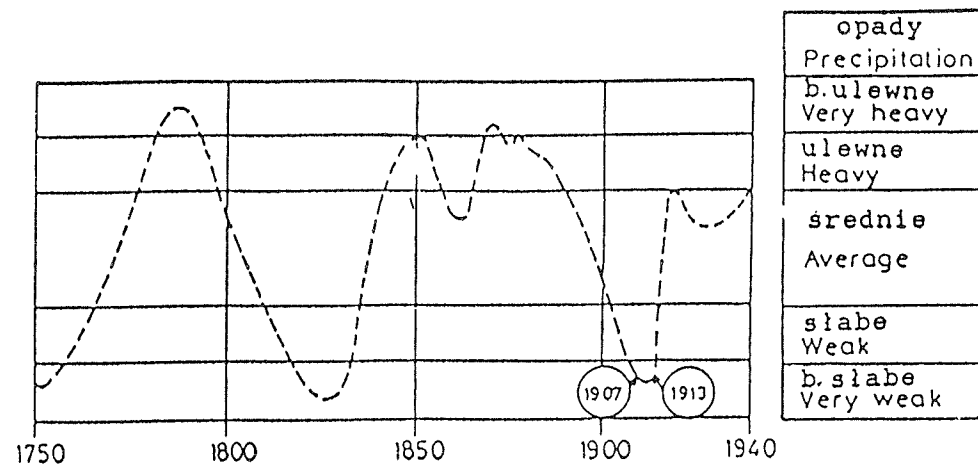


Rys. 2. Średnie opady roczne w strefie Sahelu (Shahin, 1986)

Fig. 2. Mean annual rainfall in the Sahel zone (after Shahin, 1986)

W celu znalezienia przyczyn zmian przepływu rzek zbadano związki z opadami (rys. 2) i stopniem uwilgotnienia klimatu (rys. 3) w strefie Sahelu. Od 1750 do 1840 r. zmalał stopień uwilgotnienia klimatu, także tendencja opadów w latach 1855–1975 jest podobna. Susza trwająca od 1968 do 1976 r. była bezpośrednią przyczyną malejącego trendu przepływu Nigru; szczególnie głębokie niżówki wystąpiły w okresie 1969–1976. Przepływ roczny Nilu Błękitnego nie wykazuje trendu.

Shahin (1986) potwierdził istnienie złożonej cykliczności odpływu Nilu i Nigru. W przypadku Nilu uzyskał cykle krótkie 2,7 i 4,2-letnie, średnie o długości ok. 8 lat, cykl podwójny 21-letni i wiekowy 84-letni. W odpływie Nigru zaznaczają się 3 cykle 3; 7,3; 25,5-letni, a w odpływie Bahr-al-Dżabal występuje jedynie cykl 5–7-letni. Oprócz cykli krótkich, odpływ Nigru i Nilu wykazuje w przybliżeniu cykl podwójny 22,5-letni.



Rys. 3. Zmiany stopnia uwilgotnienia w strefie Sahelu od 1750 do 1940 r. (Shahin, 1986)

Fig. 3. Systematic variation of the degree of wetness in the Sahel zone from 1750 up to 1940 (after Shahin, 1986)

Zauważono, że rzeki w tym samym regionie klimatycznym reagują niemal identycznie. Z uwagi na zmienność odpływu rzeki afrykańskie podzielono na 4 grupy. Do pierwszej należą: Senegal, system Nigru i Benue; do drugiej obfite rzeki Afryki Środkowej: Oubangui, Senaga, Ogooue – nie wykazujące silnych fluktuacji, tendencji ani zmian skokowych; do trzeciej należą rzeki wypływające z jezior równikowych: Nil, Bahr-al-Dżabal i Górny Biały Nil – reagujące skokowo na opady, co sprawiło, że odpływ tych rzek od 1962 r. wykazuje trend rosnący. Do czwartej grupy należą: Nil Błękitny, Albara i Tana. Odpływ długookresowy rzek Chari i Volta jest nietypowy.

### Cykliczność odpływu wezbraniowego rzek

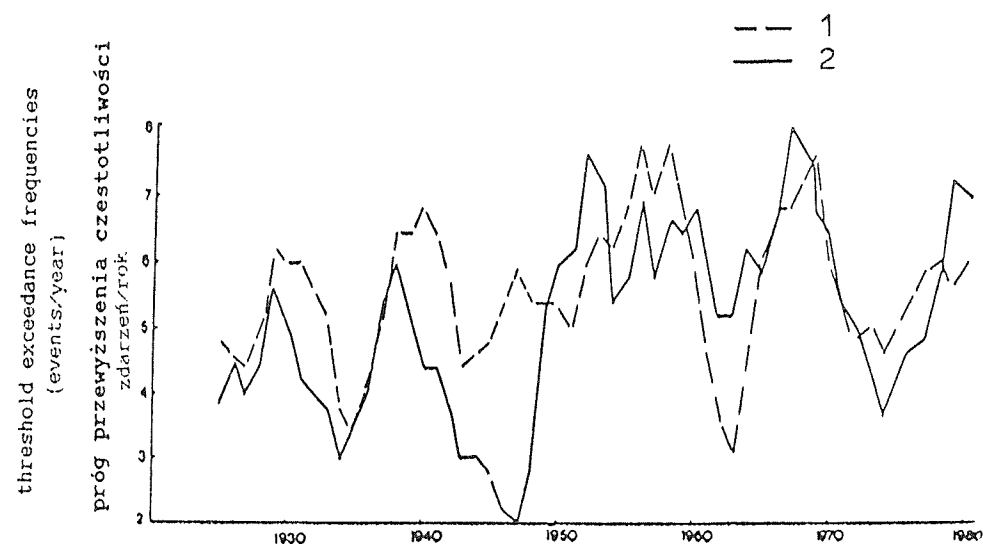
Rekonstrukcją wezbrań rzek Tanaro i Tybr w czasach historycznych zajęli się Gregori i inni (1988). Analizie poddano 139 wezbrań Tanaro, które zdarzyły się w latach 1174–1657 i 75 wezbrań Tybru w Rzymie od V w. p.n.e. do XIX w. Informacje dotyczące wezbrań Tybru pochodzą ze źródeł pośrednich; ostatnia powódź (przed wybudowaniem wałów) wystąpiła w roku 1870. Potem Tybr wylewał dwukrotnie w 1900 i 1937 r.

Zastosowana metoda analizy opiera się na intuicyjnym poszukiwaniu ewentualnej powtarzalności danego zjawiska w z góry ustalonych przedziałach. Do tego celu specjalnie skonstruowano algorytm ARP (automatyczne poszukiwanie periodyczności). Każdy rok sprawdzono testem pod kątem wystąpienia lub braku wezbrania. Stosując test ARP stwierdzono 43-letnią cykliczność odpływu wezbraniowego Tanaro i cztery cykle odpływu wezbraniowego Tybru: 48, 131, 214, 262-letni. Najwyż-

sze prawdopodobieństwo wystąpienia niezwyklej ulew wywołujących wezbrania przypadło na lata 1948–1949. W następnych latach częstotliwość wezbrań systematycznie malała, co można wiązać ze znacznym wylesieniem zlewni podczas drugiej wojny światowej.

Dotkliwe powodzie, które wystąpiły w grudniu 1979 r. na wielu rzekach południowej Walii, były przyczyną podjęcia badań nad zmianami częstotliwości wezbrań w tym regionie w XX w. Próbowano wiązać je z oddziaływaniem urbanizacji, zmianami zalesienia, rozwojem rolnictwa w zlewni, pomijając najczęściej aspekt zmian klimatycznych.

Jak wykazały badania stanów wody rzek Way i Severn (Howe i in. 1967), w latach 1840–1964 można wyróżnić 2 okresy: 1840–1880 i 1940–1964, o dużej częstotliwości wysokich wezbrań i jeden, trwający od 1880 do 1940 r. charakteryzujący się nielicznymi wezbraniem. Ponadto stwierdzono również od 1940 r. zwiększoną częstość występowania ulewnych opadów w Środkowej Anglii i Walii. Wykazali to także Walsh i in. (1982) oraz Higs (1987). Bezpośrednim celem badań Higa (1987) było poznanie zmian wielkości i częstotliwości oraz rodzaju i sezonowości wezbrań. Następnie zbadano zmiany użytkowania ziemi, zmienność klimatu, a także oszacowano wpływ człowieka na zmiany hydrologiczne w zlewni.



Rys. 4. Korelacja częstotliwości wezbrań rzeki Severn w Bewdley i opadów nawałnych w Mount Reservoir (Higs, 1987)

1 – opady w Mount Reservoir, 2 – odpływ w Bewdley

Fig. 4. Correlation of flood frequency at Bewdley and heavy storm events frequency at Mount Reservoir (after Higs, 1987)

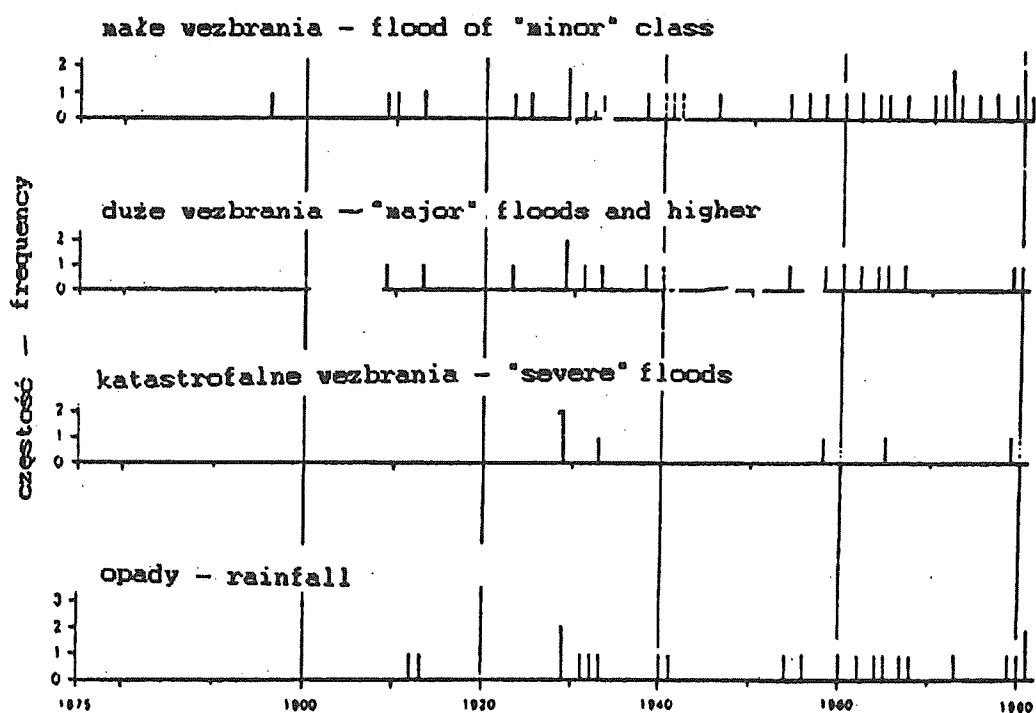
1 – rainfall at Mount Reservoir, 2 – flow at Bewdley

Jak wynika z analizy długiej serii przepływu wezbraniowego rzeki Severn, można wyróżnić 3 grupy czynników wywołujących wezbrania:

- klimatyczne, polegające na wzroście rocznej sumy opadów, a głównie na zwiększonej intensywności opadów dobowych;
- powierzchniowe, związane ze wzrostem zalesienia, urbanizacją i melioracjami;
- korytowe, wynikające ze zwiększonej akumulacji osadów, która powoduje zmniejszenie pojemności koryta rzecznego.

Zmiany opadów wpływają na powtarzalność okresów między wezbraniem lub w dłuższym czasie są wynikiem zmian formacji roślinnych. Aby określić zmiany w wielkości i częstotliwości opadów, zanalizowano zmienność sezonową opadów ekstremalnych tworząc trendy opadów zimowych i letnich. Stwierdzono po roku 1968 statystycznie znaczące zmiany wielkości i częstotliwości wezbrań; ich liczba zmalała wraz ze spadkiem opadów zimowych. W okresie letnim zaznaczył się niewielki wzrost częstotliwości opadów, co koresponduje ze wzrostem liczby wezbrań w latach 1968-1982 i jest następstwem sytuacji synoptycznych.

Po pierwszej wojnie światowej rozpoczęto proces zalesiania zlewni Severn, głównie dzikich pastwisk, którego największe natężenie przypadło tuż po drugiej wojnie

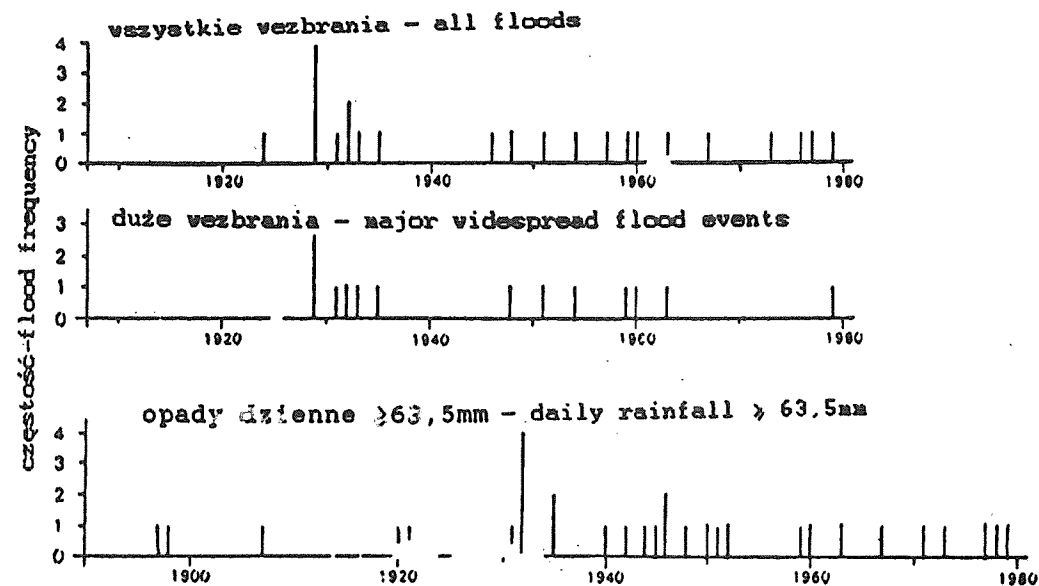


Rys. 5. Chronologia znaczących wezbrań w Dolinie Swansea i opady nawalne w zlewni Tawe w latach 1875-1981 (Walsh i in., 1982)

Fig. 5. Chronology of significant flood events in Swansea Valley and heavy rainfalls over the Tawe catchment from 1875 to 1981 (after Walsh et. al., 1982)

światowej (1200 ha/rok); tempo zalesiania spadło do 200 ha/rok pod koniec lat siedemdziesiątych. W wyniku melioracji powierzchnia łąk i pastwisk wzrosła o 20% w latach 1959–1982. Przypuszcza się, że zmiany te mogły być, obok ekstremalnych opadów, jedną z przyczyn kształtowania wezbrań w pierwszej połowie lat sześćdziesiątych. Rzeką Severn wykazuje od 1940 r. wzrost wysokości i częstotliwości wezbrań, co jest bezpośrednią konsekwencją tendencji wzrostowej opadów zaznaczającej się od połowy lat dwudziestych XX w. (rys. 4).

Podobnie Walsh i in. (1982), analizując dane z lat 1875–1981, stwierdzili, że częstotliwość opadów nawalnych i wezbrań rzeki Tawe po roku 1920 także bardzo silnie wzrosła. W przeciwieństwie do Howe'a i in. (1967) nie dostrzegli jednak wpływu zmian użytkowania ziemi na zwiększenie częstotliwości wezbrań rzek walijskich. W celu udowodnienia wzrostu częstotliwości wezbrań rzek i porównania ich z częstotliwością opadów Walsh i in. (1982) wyróżnili 3 kategorie wezbrań: małe, duże i katastrofalne. Zwiększoną częstotliwość występowania wezbrań rzek walijskich w drugiej połowie 105-letniej serii przepływu przedstawia rys. 5. Spośród 35 małych powodzi aż 29 zdarzyło się w latach 1929–1981, tzn. w ciągu 53 lat, a tylko 6 wystąpiło przed 1929 r., tzn. w ciągu 54 lat. Spośród 17 dużych wezbrań, które wystąpiły od 1875 r., aż 14 przypadków zanotowano w latach 1929–1981, jedynie 3 przed 1928 r.; 7 katastrofalnych wezbrań pojawiło się po roku 1929. Natomiast wszystkie duże wezbrania rzeki Tawe koncentrują się na prze-



Rys. 6

Rys. 6 Chronologia wezbrań w zlewni Ebbw i opady nawalne w zbiorniku Llangynidr w latach 1908–1979 (Walsh i in., 1982)

Fig. 6. Chronology of floods in the Ebbw catchment and heavy daily rainfalls at Llangynidr Reservoir in 1908–1979 (after Walsh et al., 1982)

łomie jesieni i wczesnej zimy, w porze silnych opadów nawałnych, których najwięcej zanotowano po roku 1928. Stwierdzono podobny wzrost częstotliwości opadów nawałnych i wezbrań rzeki Ebbw w okresie 1929–1979 (rys. 6). Z analizy wezbrań rzeki Ebbw i opadów o charakterze nawałnym wynika, iż aby powstało wezbranie duże lub katastrofalne, natężenie opadów musi być wyższe niż 76 mm/dobę lub >102 mm/2 doby, co odpowiada 5 mm/h, przy założeniu, że opady nawałne obejmują całą zlewnię i poprzedza je okres wilgotny.

Odrzucono hipotezę, że intensywne zalesianie, melioracja i urbanizacja po drugiej wojnie światowej i w latach siedemdziesiątych nie mogły stać się przyczyną wzrostu częstości powodzi po roku 1920. Nie znaleziono również odpowiednio silnych dowodów na to, aby działalność człowieka była bezpośrednią przyczyną zwiększonej powodziowości rzek walijskich.

### Podsumowanie

We współczesnych badaniach tendencji i cykliczności odpływu zarysowują się dwa kierunki. Pierwszy stanowią opracowania opierające się na analizie możliwie najdłuższych ciągów danych pochodzących z pomiarów instrumentalnych, drugi zaś te, w której obok źródeł bezpośrednich (dane pomiarowe), wykorzystuje się wszelkie dostępne pośrednie źródła informacji o badanym zjawisku, w postaci kronik i różnego rodzaju wzmianek oraz zapisów historycznych. Aproksymując matematycznie tak zebrany materiał dokonuje się rekonstrukcji i prognozy, a także wnioskuje o wieloletniej cykliczności i tendencjach badanego elementu hydroklimatycznego.

Prawidłowości, jakimi charakteryzują się długookresowe zmiany wezbrań, opisano na podstawie rzek walijskich i włoskich. Częstość występowania wezbrań rzek południowej Walii gwałtownie wzrosła pod koniec lat dwudziestych XX w. w związku z częstszym występowaniem opadów o charakterze nawałnym. We Włoszech najwyższe prawdopodobieństwo wystąpienia dużych wezbrań przypadło na lata 1948–1949; w następnych latach ich częstotliwość systematycznie maleje. Poszukując cykliczności odpływu wezbraniowego Tybru i Tanaro stwierdzono w obu przypadkach istnienie około 45-letniej cykliczności.

Szeregi czasowe średniego rocznego przepływu rzek europejskich i Afryki Środkowej obejmują lata 1896–1988, a w przypadku opadów atmosferycznych okres ostatnich 130 lat. Niewielki wzrost odpływu rocznego w ciągu ostatnich 30 lat stwierdzono w Finlandii. W Afryce najwyższe średnie roczne wartości przepływu zaobserwowano w 10-leciu 1962–1972, potem zaznaczył się spadek notowanych wartości, spowodowany długoletnią suszą trwającą od 1968 r. W cyklicznych zmianach odpływu dominują cykle kilkuletnie i ok. 22-letnie, związane z 11 i 22–24-letnią zmiennością aktywności Słońca. Wśród cykli dłuższych za szczególnie istotne uznano 45–50-letni i wiekowy. Przyczyn ich powstania upatruje się w globalnej zmienności zjawisk geofizycznych.

## Literatura

- Gregori G. P., Santoleri R., Pavese M.P., Colacino M., Florentino E., Franceschi G., 1988, *The analysis of point-like historical date series*. Symposia of the Interdivisional Commission on History of IAGA, IUGG – General Assembly, Vancouver, 1987.
- Gregory K. J., Levin J., Thornes J. B. (red.), 1987, *Paleohydrology in practice*. Chichester, John Wiley.
- Cutry-Korycka M., Boryczka J., 1990, *Długookresowe zmiany elementów bilansu wodnego w Polsce i w zlewisku Bałtyku*. Prz. Geof., t. 35, nr 3–4.
- Howe G. M., Slaymaker H. O., Harding D. M., 1967, *Some aspects of the flood hydrology of the upper catchments of the Severn and Wye*. Trans. Inst. Brit. Geogr., t. 41.
- Higs G., 1987, *Environmental change and hydrological response: flooding in the Upper Severn catchment* [W:] Gregory K. J., Levin J., Thornes J. B. (red.) *Paleohydrology in practice*. Chichester, John Wiley.
- Hyvärinen V., Leppäjärvi R., 1989, *Long-term trends in river flow in Finland*. Proc. Conf. on Climate and Water 11–15 Sept., Helsinki.
- Jeż G., Jokiel P., Kożuchowski K., 1987, *Cykliczne zmiany przepływów w rzekach europejskich na tle wahań opadów atmosferycznych*. Wiad. Inst. Met. i Gosp. Wod., t. 10, nr 4.
- Lemmela R., 1991, *Long hydrological series in the Baltic Sea area*. Vannet i Norden, nr 1.
- Leppäjärvi R. 1989, *Different periods – do they give different flood estimates?* Vannet i Norden, nr 4.
- Schove D. J., 1983, *Sunspot auroral, radiocarbon and climatic fluctuations since 7000 B. C.*, Annis. Geophys., nr 1.
- Schove D. J., 1986, *Solar activity and cyclicity A. D. 300 and future sunspot cycles, in solar-terrestrial periodictions*. Proceedings of a workshop at Meudon, France, June 18–22, 1984.
- Shahin M. M. A., 1986, *Stochastic structure of the annual discharge series of some African rivers*. Int. Conf. on Water Resources Needs and Planning for Drought. Prone Areas, Khartoum, Sudan.
- Stachý J., 1970, *Wieloletnia zmienność odpływu rzek polskich*, Warszawa, PIHM.
- Walsh R. P. D., Hudson R. N., Howells K. A. 1982, *Changes in the magnitude – frequency of flooding and heavy rainfalls in the Swansea Valley since 1875*. CAMBRIA (A Welsh Geographical Review), t. 9, nr 2.

## Summary

The long-term series of annual average discharge of 14 rivers in Central Africa and three in Finland are statistically investigated. Annual discharges on the whole have increased slightly in most Finland. There is evidence of certain periodicities in the series of the Niger and Nil systems. Without including short periodicities the period of about 22,5 years could be considered significant for them.

Changes in the frequency of major flood events in Wales over the period 1875–1981 are described and are shown to be related to parallel changes in the magnitude frequency of heavy rainfalls in the region. Both floods and heavy rainfalls have increased dramatically in frequency since the 1920's.

GLOBALNE ZMIANY ŚRODOWISKA NATURALNEGO  
WYZWANIEM DLA LUDZKOŚCI  
(Kraków, 22–23 X 1992 r.)

W Krakowie odbyło się spotkanie około stu naukowców, reprezentujących ważniejsze placówki naukowe w Polsce, poświęcone przyczynom i skutkom globalnych zmian klimatycznych. Organizatorami konferencji byli: PAU w Krakowie, Komitet Narodowy PAN IGBP – Global Change, Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa oraz Komitet Naukowy Człowiek i Środowisko przy Prezydium PAN.

Antropogeniczna ingerencja w środowisko przyrodnicze może doprowadzić, a często już doprowadziła, do znaczących zmian klimatycznych, czego wynikiem jest globalne ocieplenie Ziemi. Zanik warstwy ozonowej, wpływający na ocieplenie atmosfery, oddziałuje na zakłócenie obiegu wody i energii na lądach i oceanach i w różnych sferach: atmosferze, hydrosferze, biosferze i litosferze. Tempo tych zakłóceń i ich konsekwencje są badane przez różne dyscypliny naukowe.

Na konferencji zostały przedstawione różne aspekty zmian klimatu, potwierdzone wieloma przykładami form antropopresji w stosunku do geosfery. Przeprowadzono także analizę zmian głównych elementów klimatycznych w Polsce według różnych scenariuszy na tle zmian globalnych, w celu poszukiwania odpowiedzi na pytanie: czy zagraża nam ocieplenie klimatu i jakie mogą być tego następstwa? Globalne ocieplenie klimatu, spowodowane wzrostem zużycia energii, substancji chemicznych i gazów szklarniowych jest obecnie największym zagrożeniem dla geosfery.

W konferencji wzięli udział przedstawiciele wielu nauk zajmujących się badaniami środowiska, reprezentujących: szeroko pojętą geofizykę, geologię, geografę, ekologię, rolnictwo, historię i psychologię. W sumie zaprezentowano 14 referatów plenarnych (11 wygłoszono) i 8 sesji posterowych.

Konferencję oficjalnie otworzył główny organizator prof. Leszek S t a r k e l, przewodniczący Komitetu Narodowego IGBP – Global Change. Z głównymi postanowieniami *Deklaracji z Rio w sprawie środowiska i rozwoju* zapoznał zebranych prof. Stefan K o z ł o w s k i, członek Komitetu Doradczego przy Prezydencie RP i Przewodniczący Komitetu Naukowego Człowiek i Środowisko. Zostały sprecyzowane takie pojęcia, jak: ekosystem Ziemi, środowisko, rozwój, zrównoważony rozwój i wiele innych, wiążących się z ochroną i degradacją środowiska oraz założeniami nowej ery przemysłowej, dostosowanej do suwerennego prawa każdego państwa do korzystania ze swoich zasobów naturalnych stosownie do własnej polityki środowiska i rozwoju w celu uzyskania odpowiednich gwarancji dla obecnego i przyszłego społeczeństwa.

Z badaniami minionych epok geologicznych, mającymi na celu szukanie sytuacji analogicznych do dzisiejszych zmian klimatu i środowiska przyrodniczego, zapoznał w referacie pt. *Globalne zmiany środowiska w przyszłości* prof. Leszek S t a r k e l z IGPZ PAN.

Na podstawie zmian klimatu Ziemi w przyszłości można oczekiwać przesunięcia stref klimatyczno-roślinnych na globie ziemskim w wyniku wzrostu globalnego temperatury i opadów. Tempo zmian klimatu w przeszłości jest możliwe do odtworzenia dzięki badaniom rdzeni lodowych, laminowanych osadów jezior i mórz, torfów oraz analizie pyłków roślin i przyrostu słoju drzew. Z kolei badania wartości ekstremalnych w przyszłości, np.: wielkich wezbrań czy niżówek rzek, mogą ukazać wymiar wartości progowych stabilności geosystemów i mogą wskazać, jak długi musi być okres, aby geosystem mógł wrócić do równowagi. Szczególne znaczenie ma rozpoznanie mechanizmów zmian geosystemów w warunkach naturalnych cykli klimatycznych przed początkiem ingerencji człowieka i zmian wywołanych antropopresją.

Relacje między zasobami przyrody a historią społeczeństwa w aspekcie filozoficznym przedstawił prof. Jerzy T o p o l s k i (Instytut Historii UAM, Poznań). Autor wydzielił 3 okresy ewolucji kulturowej wykorzystania środowiska i dał ich charakterystykę: 1) okres początków rewolucji przemysłowej (do końca wieku XVIII), 2) okres rewolucji przemysłowej trwający do różnych części wieku XX, 3) okres postindustrialny – nowoczesny rozwój produkcji i wykorzystania informatyki. Jak potoczyły się losy gatunku ludzkiego i jak rozwijała się jego mentalność nastawiona na eksploatację środowiska naturalnego, a nie na zachowanie i alternatywne kalkulowanie wynikające z myślenia globalnego? Prof. J. Topolski stwierdza, że przez długi czas człowiek był zupełnie beztroski w wykorzystaniu bezpośrednich zasobów przyrody (odnawialnych i nieodnawialnych), lecz także w niszczeniu tych zasobów przez wtórne oddziaływanie na środowisko naturalne, a więc i te zasoby, które były wykorzystywane w wyniku produkcji i innych działań.

*Ze Zmianami struktury gazowej atmosfery a produkcją energii*, jako głównymi „sprawcami” efektu cieplarnianego, zapoznał zebranych prof. Tadeusz F l o r k o w s k i (Instytut Fizyki i Techniki Jądrowej AGH w Krakowie). Najnowsze badania światowe – analiza banieczek powietrza zawartych w rdzeniach lodowych – wykazały, że koncentracja CO<sub>2</sub> w atmosferze jest obecnie najwyższa od 160 tys. lat. Globalna produkcja energii na świecie pochodzi głównie ze spalania oleju (37,6%), węgla (30,5%) i gazu (19,9%). Największy udział w efekcie cieplarnianym mają takie gazy, jak: dwutlenek węgla CO<sub>2</sub> (50%), metan (20%) oraz tlenek węgla, tlenki azotu, dwutlenek siarki, freony i ozon. Określenie ilościowe możliwych efektów emisji antropogenicznej wymaga rozpoznania procesów wpływających na skład atmosfery i mechanizmów sprzężeń zwrotnych, które wpływają na zachowanie ekosystemów, takich jak biosfera, hydrosfera i atmosfera.

*Międzynarodowe i polityczne aspekty zmian klimatu* przedstawił prof. dr hab. Maciej S a d o w s k i (IMCW, Warszawa). Autor skupił uwagę na zasadach konwencji klimatycznej i zobowiązaniach Rządu RP do ustabilizowania emisji CO<sub>2</sub> i metanu do 2000 r. na poziomie z roku 1988.

*Efekt cieplarniany a zmiany klimatu* omawiała prof. Barbara O b r ę b s k a - S t a r k l o w a (Instytut Geografii UJ). W wyniku efektu cieplarnianego globalna temperatura powietrza podniosła się o 0,3 ÷ 0,6°C w ciągu ostatnich 100 lat. Podkreślano, że wzrost temperatury powietrza, a być może także opadów atmosferycznych (niektóre scenariusze zmian klimatu), mogą spowodować topnienie lodowców antarktycznych i arktycznych, co z pewnością wywoła wzrost poziomu morza o ok. 6 cm na dekadę. Wrażliwość klimatu na zmiany globalne jest badana za pomocą modeli matematycznych (przy założeniu podwojonego stężenia CO<sub>2</sub> względem 260–280 p.p.m. w roku 1850, przyjmowanym jako punkt odniesienia zmian klimatu). Spodziewana zmiana temperatury jest oceniana w skali globalnej w granicach od 1,9 do 5,2°C; ostatnio przyjmuje się wzrost ≈ 4°C. Zdaniem B. Obrębskiej-Starkłowej modelowanie klimatu nie zmniejszyło dotychczasowych wątpliwości na temat globalnej wrażliwości klimatu. Aktualne jest nadal pytanie, jak należy identyfikować sygnał wzmożonego efektu cieplarnianego, czy nie mamy do czynienia z tak zwaną koincydencją, czyli równoczesnym wystąpieniem zmian naturalnych i antropogenicznych.

*Ozon w stratosferze i troposferze* oraz mechanizmy rządzące zmianami ilościowymi tego niezwykle ważnego ochronnego gazu cieplarnianego nad różnymi kontynentami omówiła doc. Aniela D z i e w u l s k a - Ł o s i o w a z Instytutu Geofizyki PAN w Warszawie. Zmiany zawartości ozonu w troposferze i stratosferze powiązano z procesami cieplnymi, wybuchami wulkanicznymi i wzrostem zawartości gazów szklarniowych. W ostatnich latach obserwowany jest nie tylko wzrost obszaru dziury ozonowej nad Antarktydą i Grenlandią, ale i bardzo powolny spadek całkowitej zawartości ozonu zimą w dużych i średnich szerokościach geograficznych półkuli północnej.

*Zasoby wodne świata w obliczu zagrożenia* to zagadnienie zarysowane przez prof. Zdzisława K a c z m a r k a z Instytutu Geofizyki PAN. Relacje potrzeb wodnych do zasobów na całym globie są korzystne, jednak rozkład przestrzenny i czasowy tych zasobów nie jest zgodny ze strukturą ludnościową i gospodarczą, a napięcia i zagrożenia w gospodarce wodnej mają charakter wybitnie regionalny i nie mogą być rozwiązywane za pomocą strategii globalnej. Wrażliwość hydrosfery (obiegu wody) na globalne zmiany klimatu jest możliwa do zbadania metodami statystycznymi założonych scenariuszy. Dotychczasowe badania zakładały stacjonarność procesów hydrologicznych w określonym przedziale czasu. Prof. Kaczmarek zwrócił uwagę na ostrożność we wnioskowaniu i prognozowaniu zmian hydrologicznych w wyniku zmian klimatu.

Trzy następne referaty dotyczyły reakcji ekosystemów lądowych, takich jak: lasy, pojedyncze gatunki, całe biomy (prof. Alicja B r e y m e y e r – Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN), jeziora (prof. Anna H i l l b r i c h t - I l k o w s k a – Instytut Ekologii PAN, Dziekanów Leśny) i obszary rolnicze (prof. Lech R y s z k o w s k i – Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN, Poznań) na ocieplenie klimatu. Ekosystemy lądowe zostały przedstawione pod kątem scenariuszy zakładających przyjęte tempo i właściwy typ gospodarki. Reżim termiczno-miktyczny ekosystemów jeziornych Północnej i Wschodniej Europy jest szczególnie podatny na zmiany globalne klimatu. Mogą być one oceniane z punktu widzenia jakości wód, różnorodności biotycznej i tempa ewolucji jezior związanego ze zmianami warunków hydrologicznych i związków ze zlewnią. Przyspieszenie ich eutrofizacji i zanieczyszczania jest bardzo podobne.

Bardzo ważnym skutkiem ocieplenia będzie przesunięcie stref klimatycznych w kierunku biegunów, a w związku z tym „ruch” całych ekosystemów narażonych na utratę pewnych gatunków, które nie zdążą się przystosować do zmieniających się warunków środowiskowych. Efekt cieplarniany może wpływać na zmiany w rolnictwie bardzo wyraźnie. Chociaż wydłużenie okresu wegetacji (do 10 miesięcy), przyczyniające się do zwiększenia arealu upraw ciepłolubnych w Polsce, można uznać za zmianę korzystną, to jednak, jak twierdzi prof. Andrzej K ę d z i o r a z Zakładu Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN, zmniejszające się sumy opadów i zanik pokrywy śnieżnej mogą spowodować częstsze występowanie niedoborów wilgoci w glebie oraz niższe plony roślin uprawnych. Podkreślono, że bardzo poważnym następstwem będą zmiany w zasilaniu rzek i pogłębienie deficytu wody potrzebnej do wegetacji roślin oraz wzrost ilości szkodników i patogenów.

Prof. Karol R o t n i c k i (Instytut Badań Czwartorzędu UAM, Poznań) przedstawił zagadnienie *Wzrostu poziomu oceanów i jego skutki*. Podniesienie się poziomu oceanu doprowadzi do intensyfikacji erozji brzegowej i wkroczenia słonych wód na obszary o szczególnie dużej gęstości zaludnienia i ważnym znaczeniu gospodarczym. Wymieniono konsekwencje hydrologiczne i geomorfologiczne zmian klimatycznych, ilustrowane licznymi przykładami, a także zwrócono uwagę na skutki socjoekonomiczne.

Dwa ostatnie referaty ukazały społeczno-gospodarcze wymiary wyczerpywania zasobów naturalnych i degradacji środowiska (prof. Ryszard D o m a n s k i – Instytut Gospodarki Przestrzennej AE, Poznań) i reakcje psychiczne człowieka na globalne zmiany w środowisku (prof. Adam B i e l a – Katedra Psychologii Eksperymentalnej KUL, Lublin).

W dyskusji podkreślano konieczność prowadzenia interdyscyplinarnych badań w zakresie globalnych zmian klimatu i ich skutków. Na przykładzie wielu zmian w skali globalnej i regionalnej uwidoczniła się tendencja wzrostu temperatury powietrza, spadku opadów i podnoszenia się poziomu Morza Bałtyckiego. Jeśli ten kierunek zmian utrzyma się w przyszłości, to spowoduje nieodwracalne przeobrażenia w środowisku przyrodniczym. Zwrócono uwagę, że globalne ocieplenie to jednak problem, który może być rozwiązywany w skali międzynarodowej, ale należy pamiętać o dużej niepewności metod statystycznych czy modeli, którymi się posługujemy przy jego badaniu.

Materiały z konferencji w Krakowie zostały wydane dzięki Funduszowi Ochrony Środowiska przy MOŚZNiL. Pokłosie konferencji zostanie w pełni opublikowane w odrębnym zeszycie czasopisma *Kosmos*.

Małgorzata Gutry-Korycka, Katarzyna Łopata

## KRONIKA IGBP – I KONFERENCJA NAUKOWA BAHG (Tuluza, 15–18 XI 1992 r.)

W ramach IGBP powstało już 7 problemów węzłowych (*core projects*), mocno powiązanych ze sobą tematycznie i środowiskowo, łączących badania wzajemnych oddziaływań między czynnikami lądowymi, atmosferycznymi i oceanami. Ze względu na zdecydowanie interdyscyplinarny charakter projektu i jego szeroki zakres istnieje konieczność powiązania badań z aktywnością odrębnych organizacji i projektów działających w skali międzynarodowej, takich jak: IHP-UNESCO, IAHS, WMO, UNEP, SCOPE, ISSC, WCRP itd.

W ramach IAHS powstała w 1989 r., z inicjatywy prof. M. F a l k e n m a r k (Szwecja), grupa robocza IGBP Biosferyczne Aspekty Cyklu Hydrologicznego. Grupa panelowa pod przewodnictwem prof.

S. D y c k a (b. NRD) wysunęła wówczas projekt badawczy na temat związków między hydrologią a ekologią. Został on włączony od 1990 r. do IGBP jako odrębny problem węzłowy BAHC (Biospheric Aspects of Hydrological Cycle). Podstawowym celem tego projektu jest pogłębienie wiedzy o oddziaływaniu ekosystemów i ich składowych na cykl hydrologiczny i o podziale zasobów wodnych i energetycznych na globie ziemskim. Rola wody w produkcji biomasy jako czynnika warunkującego długość sezonu wegetacyjnego jest tak wielka, że zaistniała wyraźna potrzeba koordynacji badań światowych w tym zakresie.

Konferencja naukowa BAHC w Tuluzie (Francja) była pierwszym podsumowaniem wyników badań na temat wzajemnego oddziaływania wody, klimatu i biosfery w obecnych i zmieniających się (przy wzroście gazów cieplarnianych) warunkach klimatycznych na Ziemi. Organizatorami tego otwartego spotkania byli dr A. B e c k e r (Core Project Office – Institut für Meteorologie Freie Universität Berlin) i prof. J. C. A n d r e (CNRM – Tuluz), gospodarzem zaś Narodowe Centrum Badań Meteorologicznych w Tuluzie (METEO-FRANCE Centre National de Recherches Meteorologiques). Międzynarodowy komitet doradczy, mający pieczę nad Konferencją i działalnością BAHC, składał się z 15 osób, a jego przewodniczącym był prof. H. J. B o l l e (RFN).

Projekt BAHC skupia działania w 4 kierunkach badawczych:

- 1) studia nad strumieniami wymiany masy i energii pomiędzy glebą, roślinnością i atmosferą w mikroskali (1–100 m) (koordynator – S. R u n n i n g, School of Forestry, University of Montana, USA);
- 2) studia nad właściwościami strumieni wymiany masy i energii na powierzchni łądu w skali regionalnej (koordynator J. C. A n d r e z CNRM Meteo France – Toulouse, Francja);
- 3) studia nad oddziaływaniem biosfery na cykl hydrologiczny w dużej skali (koordynator – Ch. F i e l d, Department of Plant Biology, Carnegie Institute, Stanford, USA);
- 4) generowanie pogody – projekt (koordynator – prof. H. J. B o l l e, RFN).

Jak wynika z powyższego podziału, program projektu BAHC został skonstruowany głównie pod kątem badań w skali przestrzennej.

W I Konferencji BAHC uczestniczyło ok. 70 osób z 22 krajów, reprezentujących wszystkie kontynenty; najwięcej osób przybyło z Wlk. Brytanii, RFN, Holandii, Francji, USA i Australii. W ciągu 5 dni obrad wygłoszono 42 referaty, kilkanaście komunikatów i zgłoszono 3 sesje posterowe. Program konferencji wynikał z ogólnego celu spotkania, jakiemu miały służyć obrady plenarne i był także podporządkowany odbywającym się równoległym obradom w 4 sesjach tematycznych. Zasadniczym celem konferencji było podsumowanie wyników badań i dyskusja nad kształtem planu naukowego BAHC i jego wdrożeniem do roku 1997, skupionym w 4 wymienionych wcześniej kierunkach badawczych. W dniu poprzedzającym oficjalne rozpoczęcie konferencji przedstawiono tematy specjalne dotyczące projektów regionalnych BAHC, realizowanych w Japonii, Chinach, Brazylii i Estonii. Dr A. Becker przedstawił ponadto wpływ heterogeniczności pokrycia powierzchni zlewni na modelowanie procesów hydrologicznych.

Najwięcej referatów wiązało się tematycznie z pierwszym i drugim kierunkiem badań; naukowcy z wielu krajów, często o odmiennych specjalnościach, zaprezentowali stan wiedzy, metody pomiarów i wyniki badań uzyskiwane w różnych regionach świata, za pomocą modeli matematycznych typu SVAT (*Soil – Vegetation – Atmosphere – Transfer*). Reprezentowano dwa podejścia: modelowanie w mikroskali (1–100 m), w której opisywane są eksperymenty fizjologiczno-ekologiczne reakcji roślinności na wzrost CO<sub>2</sub> i modelowanie w skali zlewni, czy też dużych regionów (pola o oczku siatki przestrzennej > 100 m), w których opisana jest wymiana masy i energii pomiędzy łądem, biosferą a atmosferą.

Kilkaście referatów wiążących się tematycznie z drugim kierunkiem dotyczyło połączenia inicjatyw krajowych i regionalnych we wspólne projekty eksperymentalne: TIGER (Wlk. Brytania), NOPEX (Szwecja), TERN i EXMAN (RFN), LAMBADA (Brazylia), CREQ (Japonia), HAPEX (Nigeria-Sahel) i EFEDA (Hiszpania), BOREAS (Kanada) i TUNDRA (Rosja). Wspólne inicjatywy badawcze mają odpowiedzieć na pytania, jaka jest rola biosfery w różnych regionach kuli ziemskiej w cyklu hydrologicznym i jaka jest jej wrażliwość na globalne zmiany klimatu. Do reprezentatywnych środowisk łądowych („biomów”), szczególnie wrażliwych na zmiany klimatu, wybrano: puszcę amazońską (las równikowe), obszar borealny w północnej Kanadzie, zlewnię wysokogórską z lodowcami w Tybecie, zlewnię Missisipi, obszar tundry syberyjskiej, obszar półpustynny w środkowej Hiszpanii, obszar rozszerzającego się pustynnienia w obrębie Sahelu (Niger) i strefę lasów mieszanych środkowej i północnej Europy. Badania eksperymentalne nad wymianą masy i energii na styku atmosfera-łąd w tych regionach będą prowadzo-

ne równocześnie w różnej skali za pomocą odmiennych technik pomiarowych: laboratoryjnych, naziemnych i zdalnych (od zdjęć lotniczych do satelitarnych).

Trzeci kierunek badawczy BAHC obejmuje modelowanie procesów hydrologicznych w skali mezo i makro, wykorzystując do tego celu modele globalne (globalnej cyrkulacji atmosfery – GCM).

Czwarty kierunek badań BAHC zmierza do opracowania najlepszych modeli generowania elementów klimatu, przy użyciu metod stochastycznych, pod kątem ich wykorzystania w produkcji roślinnej różnych plantacji i upraw, m.in. eukaliptusa i bawełny w Indiach oraz zbóż ozimych w RFN.

Skala kontynentalna (skala makro) modelu hydrologicznego opisującego pionowy i poziomy transfer wilgoci i wody w zlewni, wyrażony przez kontrolowanie układu rzeźby, pokrycia roślinnego i gleby, będzie poddawana weryfikacji w zlewni Missisipi (połączone siły badawcze z USA i Wlk. Brytanii). Procesy hydrologiczne w tej zlewni reprezentatywnej będą opisywane w siatce o wymiarach oczek od 10 do 100 km. Model będzie sprowadzony do wielkiej skali przestrzennej, w wyniku opisu numerycznego powierzchni topograficznej i pokrycia powierzchni zlewni za pomocą metod kartografii numerycznej i teledetekcji (według przyjętych metod w projekcie TIGER 3).

Modele komponentów cyklu hydrologicznego w powiązaniu z modelami globalnymi pozwolą na opisanie funkcjonowania ekosystemów lądowych w zlewni. Zastosowane będą w takim makromodelu dwa podejścia: od dołu, tzw. składanie – agregacja poszczególnych warstw informacyjnych, i od góry, tzw. dezagregacja, tzn. przejście od modeli klimatu do modeli meteorologicznych i hydrologicznych.

W programie BAHC uczestniczyła na konferencji i w sesji posterowej M. Gutry - Korycka z UW, przedstawiając z P. Wernerem (UW) i B. Jakubiakiem (IMGW) wyniki wspólnych badań na temat *Wpływ zmian klimatycznych na rozkład pola temperatury i opadów w Polsce*.

Konferencja BAHC w Tuluzie ukazała problemy wielkoskalowe i ich relacje do zmian klimatycznych i antropogenicznych w powiązaniu z biosferą. Przedstawiono bezsporne rezultaty i możliwości badawcze oraz wykazano słabość dotychczasowych osiągnięć i metod w dziedzinie parametryzacji modeli globalnej cyrkulacji atmosfery (GCM) i reprezentacji procesów hydrologicznych i ekologicznych w różnych ekosystemach lądowych. Szeroka dyskusja nad planem badawczym i jego wdrożeniem według poszczególnych zadań tematycznych do roku 1997 pokazała, jaka jest rola i miejsce BAHC w odniesieniu do międzynarodowych projektów, zwłaszcza IHP UNESCO, GEWEX, PCC, WCRP i ISLSCP, a także wykazała, jakie istnieją powiązania merytoryczne z innymi problemami węzłowymi IGBP, a zwłaszcza: GCTE, LOICZ, IGAC, GAIM, DIS I JGOFs. Materiały z konferencji (referaty), wraz z raportem obejmującym plan naukowy i wdrożeniowy BAHC (core project IGBP) oraz postanowienia i wyniki dyskusji, będą opublikowane.

Należy stwierdzić, że w rozwoju myśli badawczej i prognoz procesów globalnych w aspekcie biosfery zarysowały się 3 nurty modelowania: mechaniczne, fenomenologiczne i stochastyczne. Pierwszy usiłuje wyjaśnić procesy hydrologiczne i biologiczne za pomocą praw mechaniki, drugi polega na uzyskaniu bezpośredniego doświadczenia empirycznego w wyniku różnych technik pomiarowych, trzeci zaś wiąże się z wykorzystaniem metod stochastycznych do prognozowania reakcji biosfery na globalne zmiany klimatu.

*Małgorzata Gutry-Korycka*

## XVIII KONFERENCJA OCEANOGRAFÓW BAŁTYCKICH

(Sankt Petersburg, 23–27 XI 1992 r.)

Na obecnej konferencji tematyka referatów przedstawicieli poszczególnych państw była zbliżona do tej, która dominowała uprzednio. Wskazywano na zmniejszanie się zasolenia, wzrost poziomu morza, wzrastającą eutrofizację oraz deficyt tlenu. Stosowanymi metodami najczęściej były modele numeryczne i zdjęcia satelitarne, analizowano rozplawy zanieczyszczeń wprowadzanych ciekami, strefy frontalne; modelami symulowano także współzależności mórz Północnego i Bałtyku.

Tematyka grupy polskiej koncentrowała się na zagadnieniach strefy brzegowej, na rozplawie zanieczyszczeń wprowadzanych Wisłą, depozycji metali ciężkich i substancji ropopochodnych w osadach Zatok Gdańskiej, cykliczności zjawisk lodowych i litodynamiki podbrzeża klifu w Jastrzębiej Górze. Wydaje się, że problematyka do rozwiązania w większości rejonów Bałtyku jest podobna i metody stosowane

są bardzo zbliżone, a nawet takie same. Zredukowano kosztowne badania terenowe, które powinny mieć charakter niezbędnych do weryfikacji i kalibracji rozwiązań modelowych o określonym stopniu szczególności poznania.

Wśród prezentowanych 65 referatów i 46 posterów wydarzeniem była prezentacja programu Baltex przez prof. W. K r a u s s a. Program Baltex był przygotowywany w okresie 1991–1992 szczególnie na tę konferencję (spotkania robocze odbywały się w Geshalth, Szczecinie i Norrköping). Wydaje się, że ten program integruje badania regionalne Bałtyku z zapleczem lądowym całego zlewiska. Podobne programy obejmujące dorzecza Missisipi i Mackenzie są już realizowane. Baltex dotyczy 470 m<sup>3</sup> wody podlegającej wymianie rocznej i jest przedsięwzięciem większym od wcześniej wymienionych. Wszystkie te regionalne programy mieszczą się w programie Gewex, który obejmuje zmiany globalne masy i energii, a jest częścią programu WCRP, dotyczącego zmian klimatycznych Ziemi. Zaplanowane badania mają charakter wieloletni.

Pomimo że program Baltex nie zdominował rezolucji końcowej XVIII Konferencji Oceanografów Bałtyckich, wydaje się, że kilka następnych konferencji będzie wypełnionych wynikami prac jego etapów. Najbliższa konferencja odbędzie się w Polsce w 1994 r.

*Jan Jędrasik, Leszek Łęczyński*

## KLIMAT I BIOKLIMAT MIAST – II OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA (Łódź, 9–11 XII 1992 r.)

W 1984 r. odbyło się w Łodzi pierwsze spotkanie polskich klimatologów poświęcone specjalnie problematyce klimatu terenów miejskich. Wygłoszono wówczas ponad 20 referatów, a dorobek konferencji, utrwalony w postaci odrębnego tomu, stał się ważnym przyczynkiem do znajomości osobliwości klimatu i bioklimatu obszarów zurbanizowanych. Obecnie odbyło się drugie spotkanie pod hasłem „Klimat i bioklimat miast”, zorganizowane przez Zakład Meteorologii i Klimatologii Uniwersytetu Łódzkiego oraz Oddział Łódzki Polskiego Towarzystwa Geofizycznego.

Trzydniowa konferencja zgromadziła ponad 80 uczestników, praktycznie ze wszystkich ośrodków badań klimatologicznych w Polsce oraz kilku ośrodków zagranicznych, z którymi Zakład Meteorologii i Klimatologii UŁ utrzymuje stałe kontakty naukowe. Z zagranicy na konferencję przybyli: prof. P. M a h e r a s i dr P. P e n n a s z Uniwersytetu Arystotelesa w Salonikach, prof. prof. B. S a z o n o w i K. C h a j r u l l i n z Głównego Obserwatorium Geofizycznego w Petersburgu, prof. A. H o c e v a r z Uniwersytetu w Ljublanie, prof. I. R o u s s e l z Uniwersytetu w Lille, prof. P. P r o š e k i dr M. K o l a ř z Uniwersytetu w Brnie.

Pracowite dni były wypełnione referatami i komunikatami w łącznej liczbie ponad 40, skoncentrowanymi w kilku grupach tematycznych, obejmujących następujące zagadnienia:

1. globalne zmiany klimatyczne a klimat miast,
2. indywidualność klimatyczna obszarów zurbanizowanych w świetle badań porównawczych i topoklimatycznych,
3. bioklimatyczne właściwości obszarów miejskich i meteorologiczne aspekty zanieczyszczenia powietrza.

Na przykładzie analizy długich serii pomiarów meteorologicznych, które pochodzą głównie ze stacji zlokalizowanych w obrębie miast, omawiane były różnorodne aspekty wpływu rozbudowy miast i wzrostu natężenia tzw. miejskiej wyspy ciepła na ocenę zmian globalnych. Szczególnie interesującą koncepcję badawczą przedstawił w tym względzie B. S a z o n o w, postulując wykorzystanie danych o bezwzględnej zawartości pary wodnej do oceny wielkości trendów wieloletnich zmian klimatu. W warunkach klimatu kontynentalnego istnieje bardzo ścisły związek między średnimi miesięcznymi wartościami temperatury powietrza a prężnością pary wodnej. Ta wielkość jest z kolei bardzo mało wrażliwa na lokalne zmiany wywołane czynnikami antropogenicznymi, np. wzrost wielkości miast. Referaty B. O b r ę b s k i e j - S t a r k ł o w e j, J. T r e p i ń s k i e j, K. C h a j r u l l i n a, U. K o s s o w s k i e j - C e z a k dotyczyły różnych aspektów wpływu miasta na podstawowe charakterystyki klimatyczne w ujęciu zmienności długookresowej.

Druga grupa tematyczna, najliczniej reprezentowana, obejmowała referaty na temat wpływu terenów zurbanizowanych na poszczególne elementy meteorologiczne. W tej grupie przedstawiono kilka referatów dotyczących warunków radiacyjnych (T. Kozłowska-Szczęsna, J. Podogrocki, G. Wójcik, K. Marciniak, M. Ziembińska, J. Paszyński, P. Rojan, K. Fortunia), warunków termicznych (R. Pennas, M. Dubicka, M. Stopa-Boryczka z zespołem, G. Wójcik, K. Marciniak, E. Filipiuk, J. Wawer, M. Kafar), struktury warstwy granicznej (J. Pyka, J. Walczewski), warunków anemometrycznych (R. Koczorowska, W. Plenzer), zróżnicowania topoklimatycznego i wpływu rzeźby terenu na klimat miast (A. Hočevár, M. Nowosad), zachmurzenia (A. Gluza, B. Kaszewski) oraz nowych teledetekcyjnych metod badawczych (B. Halemba, Z. Bochenek).

Warunki bioklimatyczne miast (J. Bogucki z zespołem, K. Błażejczyk) oraz zagadnienia zanieczyszczeń atmosferycznych w miastach w kontekście warunków meteorologicznych były tematem referatów I. Roussel, P. Proska, T. Niedźwiedzia i Z. Oleckiego, Z. Ustrnula, J. Skrzypskiego, A. Wyszkowskiego.

Oprócz referatów na sesjach plenarnych zaprezentowane były w postaci posterów prace ośrodka łódzkiego dotyczące prowadzonych badań nad warunkami klimatycznymi Łodzi, zarówno w aspekcie zróżnicowania przestrzennego, jak i szczegółowej analizy 40-letniej serii danych ze stacji Łódź-Lublinek. Przedstawione opracowania będą stanowić część planowanej monografii klimatu Łodzi. Organizatorzy przewidują opublikowanie materiałów prezentowanych na konferencji w specjalnym zeszycie.

Poszczególnym sesjom plenarnym przewodniczyli prof. prof.: S. Reichhart, B. Obrębska-Starkłowa, T. Niedźwiedź, G. Wójcik, A. Ewert, J. Paszyński, M. Morawska-Horawska.

Konferencja odbyła się w oddanym niedawno do użytku, dobrze wyposażonym ośrodku konferencyjnym Uniwersytetu Łódzkiego na peryferiach miasta. Organizatorzy konferencji składają podziękowanie wszystkim uczestnikom konferencji za niezwykle wartościowe i merytorycznie ważne referaty, stanowiące o randze i znaczeniu konferencji. Deklarujemy jednocześnie kontynuację w przyszłości tego rodzaju tematycznych spotkań w Łodzi w cyklu kilkuletnim.

Kazimierz Klysik

## NAGRODY NAUKOWE WYDZIAŁU VII NAUK O ZIEMI I NAUK GÓRNICZYCH PAN ZA 1992 R.

W roku 1992 zostały przyznane coroczne nagrody Wydziału VII Nauk o Ziemi i Nauk Górniczych PAN za wyróżniające się prace naukowe z zakresu zainteresowań naszego czasopisma.

W dziedzinie geofizyki nagrodę im. Maurycego Piusa Rudzkiego otrzymał dr Stanisław Lasocki (Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie) za pracę *Predykcja silnych wstrząsów górniczych*.

W dziedzinie geologii nagrodę im. Wawrzyńca Teisseyre'a otrzymał doc. dr hab. Jan Środóń (Instytut Nauk Geologicznych PAN) za prace: *Direct high-resolution transmission electron microscopic measurement of expandability of mixed-layer illite/smectite in bentonite rock* oraz *Chemistry of illite-smectite inferred from TEM measurements of fundamental particles*.

Nagrodę Wydziałową bez imienia otrzymali: prof. Zbigniew Wiśniewski (Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie) za prace dotyczące metody analiz i matematycznego opracowania wyników geodezyjnych oraz dr Piotr Szefer (Akademia Medyczna w Gdańsku) za publikacje dotyczące migracji i potencjalnych źródeł pochodzenia licznej grupy pierwiastków w ekosystemie bałtyckim.

W roku 1992 nagrody Sekretarza Naukowego PAN nie były przyznawane.

Krystyna Wilner



Richling A. *Kompleksowa geografia fizyczna*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1992; ss. 378, rys. 155, tab. 23.

Prof. dr hab. Andrzej Richling, dyrektor Instytutu Nauk Fizycznogeograficznych Uniwersytetu Warszawskiego, wzbogacił polskie piśmiennictwo geograficzne o książkę stanowiącą podsumowanie pewnego etapu rozwoju geografii fizycznej, rozumianej nie jako analizowanie poszczególnych aspektów środowiska przyrodniczego, lecz jako rozpatrywanie otaczającej ludzkość przyrody w jej całokształcie, zarówno w skali globalnej, jak regionalnej i lokalnej. Taką ideę głosił na początku ubiegłego wieku Aleksander Humboldt, pod koniec wieku z innych pozycji Wasilij W. Dokuczajew, rozwinął ją w połowie naszego stulecia Stanisław Kałesnik. Obecnie ten punkt widzenia rozpowszechnił się na świecie, choć nie zawsze pod firmą geografii, przybierając różne nazwy: ekologii krajobrazu, nauki o krajobrazie (krajobrazoznawstwa), wreszcie kompleksowej geografii fizycznej. Wprawdzie w polskim piśmiennictwie geograficznym istnieją pozycje z tego zakresu, m.in. tłumaczenia książek Kałesnika i Armada i oryginalne opracowania polskie T. Bartkowskiego, J. Kondrackiego, M. Pietrzaka, M. Przewoźniaka i A. Richlinga, jednakże omawiana książka A. Richlinga jest najpełniejszym przedstawieniem wspólnej problematyki geografii fizycznej.

Książka składa się z 13 rozdziałów, zestawienia literatury przedmiotu oraz indeksu terminów. Autor omawia kolejno: przedmiot i rozwój geografii fizycznej, ogólne prawidłowości epigeosfery, geokomponenty, przestrzenne jednostki fizycznogeograficzne określone jako geokompleksy, funkcjonowanie geokompleksów, kartowanie geokompleksów, delimitację jednostek typologicznych, metody regionalizacji fizycznogeograficznej, zastosowanie metod ilościowych, modelowanie zjawisk fizycznogeograficznych, wzajemne zależności między człowiekiem a środowiskiem przyrodniczym, wreszcie zastosowanie badań fizycznogeograficznych do celów praktycznych.

Trzeba zauważyć, że autor unika popularnego, wieloznacznego terminu *krajobraz*, stosowanego w języku polskim jako synonim obcojęzycznych: *Landschaft*, *landschaft*, *landscape*, *paysage*, *paysaje* lub czeska *kraina*, które mają inną etymologię i inne pierwotne znaczenie niż polski *obraz kraju* – *krajobraz*, choć i w tym sensie bywają używane. Jednakże wprowadzenie terminu *geokompleks* nie usuwa kłopotów z tłumaczeniem obcej terminologii, bo jak nazwać po polsku *landscape ecology* (i analogicznie w innych językach) unikając określenia *krajobraz*?

Nowością w recenzowanej książce jest rozwinięcie metod ilościowych i modelowania procesów fizycznogeograficznych. Ważne jest szerokie rozpatrzenie zastosowania badań fizycznogeograficznych w praktyce gospodarowania środowiskiem. Na podkreślenie zasługuje wykorzystanie najnowszego piśmiennictwa przedmiotu także z tych krajów, w których o stanie prac z zakresu kompleksowej geografii fizycznej (choć przeważnie bez takiego określenia) dotąd mało wiedzieliśmy. Wykaz piśmiennictwa obejmuje ponad 400 różnorodnych pozycji. Pożyteczny jest indeks terminów, z których wiele jest nowych. Akcent położono na zagadnienia regionalne i lokalne, traktując bardziej pobieżnie problemy całego globu ziemskiego.

Książka jest napisana w sposób treściwy, dobrym językiem, bogato ilustrowana i prezentuje wysoki poziom naukowy. Powinna być nie tylko niezbędnym podręcznikiem na studiach geograficznych, lecz służyć szerszemu gronu odbiorców – geologom, biologom, ekologom, planistom i specjalistom różnych dyscyplin technicznych, działających w środowisku przyrodniczym.

Jerzy Kondracki

*Climate change: science, impacts and policy. Proceedings of the Second World Climate Conference* (red. J. J ä g e r, H. L. F e r g u s o n). Cambridge University Press, Cambridge 1991; ss. IX + 578, rys., tab.

Zmiany klimatu i ich przyczyny są dziś bez wątpienia zagadnieniem najbardziej nurtującym klimatologów, a możliwe skutki tych zmian stanowią przedmiot zainteresowań wielu dyscyplin naukowych i to nie tylko z teoretycznego punktu widzenia. Zagadnieniu zmian klimatu została poświęcona II Światowa Konferencja Klimatyczna, która odbyła się na przełomie października i listopada 1990 r. w Genewie, przy udziale blisko 750 uczestników ze 116 krajów. Materiały tej konferencji opublikowano w postaci okazałego tomu pod redakcją J. J ä g e r a i H. L. F e r g u s o n a.

Tom rozpoczyna przedmowa oraz teksty na otwarcie konferencji, przygotowane przez przedstawicieli organizacji międzynarodowych, uczestniczących w przygotowaniu konferencji: WMO, UNEP, UNESCO, ICSU i FAO. Znajdujemy tu informacje o wcześniejszych przedsięwzięciach ukierunkowanych na badanie zmian klimatu; należy tu wymienić przede wszystkim powołanie na I Światowej Konferencji Klimatycznej w 1979 r. Światowego Programu Klimatycznego (WCP) oraz – w związku z narastającym powszechnym zainteresowaniem tą tematyką – w 1988 r. Międzyrządowego Zespołu do spraw Zmian Klimatu (*Intergovernmental Panel of Climate Change* – IPCC). Celem II Światowej Konferencji Klimatycznej było m.in. rozważenie zaleceń do dalszej realizacji WCP na podstawie raportu opracowanego przez IPCC.

Merytoryczną część publikacji stanowią referaty przedstawione na sesjach naukowych i technicznych oraz sesji ministerialnej konferencji. W spisie treści zostały one ujęte w grupy tematyczne, co ułatwia orientację w bogactwie materiałów zawartych w tomie. Pierwsza grupa dotyczy najważniejszych zagadnień z raportu IPCC. Na początku zamieszczono krótkie wprowadzenie przewodniczącego IPCC B. B o l i n a (Szwecja); dalej znalazły się sprawozdania grup roboczych, a także opracowania dotyczące m.in. przewidywania zmian klimatu, zmienności i tendencji klimatu, wpływu zmian klimatu na zasoby wodne, rolnictwo, siedziby ludzkie, energię, transport, przemysł, zdrowie, przystosowanie się do zmian klimatu, strategii ograniczania gazów szklarniowych i in.; łącznie 14 artykułów.

Druga, niewielka grupa referatów (4) dotyczy Światowego Programu Klimatycznego (WCP). We wstępnym artykule J. P. B r u c e (Kanada) omawia jego powstanie, realizację i przyszłość; w następnym przedstawiono wykonanie i zamierzenia kolejnych podprogramów WCP (danych; zastosowań; badań klimatu; wpływu klimatu).

Kolejną grupę referatów (7) zatytułowano *Badania klimatu*; tytuł ten – co wyjaśniono wcześniej – oznacza w istocie badania zmian i zmienności klimatu. Zamieszczono tu m.in. referaty dotyczące: zmian klimatu i cyrkulacji oceanicznej; zastosowania teledetekcji w badaniach klimatu; efektu cieplarnianego w świetle danych paleoklimatycznych; zmian klimatu przewidywanych na podstawie danych paleoklimatycznych i współczesnych.

Najwięcej referatów (19) dotyczy konsekwencji społecznych i gospodarczych zmian klimatu. Pogrupowano je według zagadnień: woda; rolnictwo; żywność; oceany, rybołówstwo i strefy wybrzeży; energia; użytkowanie ziemi i planowanie urbanistyczne; wymiar ludzki (tzn. konsekwencje w skali człowieka); środowisko i rozwój; lasy; studia integralne. Niemal wszystkie artykuły są zaopatrzone w bogate spisy literatury. Treść tych artykułów dopiero w pełni pokazuje, jak rozległe, różnorodne i daleko idące mogą być skutki zmian klimatu, co też uzasadnia konieczność ich badania, przewidywania i podejmowania środków tak zapobiegawczych, jak i przystosowawczych.

Następnie zamieszczono artykuł sekretarza generalnego Konferencji Narodów Zjednoczonych na temat Środowiska i Rozwoju (UNCED) M. F. S t r o n g a (Szwajcaria), który przedstawia cele tej konferencji, mającej się odbyć w kilka miesięcy po II Konferencji Klimatycznej; tematyka UNCED będzie dotyczyła również m.in. zmian klimatu, zwłaszcza tych związanych z działalnością człowieka, i ich skutków.

W dalszej części tomu znajdują się raporty 12 grup tematycznych konferencji; należy tu odnotować, że przewodniczącym pierwszej z nich „Klimat, hydrologia i zasoby wodne” był Polak – prof. Z. K a c z m a r e k. Między innymi jest tu raport grupy „Światowy Program Klimatyczny – przegląd i przyszłość” pod przewodnictwem W. B ö h m e g o (RFN), w którym przedstawiono propozycję WCP II. Uwzględniono w nim problematykę dotychczasową, lecz z większym naciskiem na rozpowszechnienie

wiedzy o klimacie (program edukacyjny) i opracowanie strategii zapobiegania, łagodzenia i dostosowania się do zmian klimatu. Prawie w każdym raporcie znajdują się zalecenia do praktycznej realizacji, wynikię z przeprowadzonych badań. Szczególnie interesujące są zalecenia grupy roboczej „Syntezy” pod kierunkiem T. F. Malone’a (USA); zwraca się tu uwagę na konieczność prowadzenia obserwacji klimatu przy szerszym zastosowaniu teledetekcji, przy czym obserwacje te powinny obejmować również skutki socjo-ekonomiczne; zaleca się wymianę międzynarodową wyników badań, która powinna objąć również kraje rozwijające się; wreszcie podkreśla się konieczność rozszerzenia w społeczeństwie wiedzy i zrozumienia zmian klimatu i środowiska. W zakończeniu tej części tomu zamieszczono jeszcze raport grupy doradczej do spraw szczególnych potrzeb krajów rozwijających się (A. Al-Gain – Arabia Saudyjska i J. Ripert – Francja); z potrzeb tych należy wymienić: konieczność kształcenia kadry, rozpoznanie źródeł gazów szklarniowych, rozpoznanie oddziaływań oraz ustalenie przepisów prawnych odnoszących się do środowiska.

Kolejna część tomu to głosy w dyskusji, podsumowanie i ustalenia konferencji.

Drugą, już niewielką część publikacji, stanowią przemówienia wygłoszone na sesji ministerialnej; rozpoczyna ją referat sekretarza generalnego WMO G.O.P. Obasi, a kończy wspólna deklaracja wyrażająca zrozumienie dla problematyki zmian klimatu i konieczność przedsięwzięcia stosownych działań.

Publikację kończą liczne załączniki, obejmujące m.in. listę uczestników, reprezentowanych krajów i instytucji, spis akronimów, a nawet system jednostek pomiarowych.

To obszernie opracowanie stanowi z pewnością aktualne i najpełniejsze źródło wiedzy na temat zmian klimatu i ich skutków, a także badań w tym zakresie. Powinni się z nim zapoznać nie tylko wszyscy klimatolodzy, ale i specjaliści tych dziedzin działalności ludzkiej, która jest uzależniona od klimatu.

Urszula Kossowska-Cezak

*Glossary – Climate change. TERM/41. United Nations Office at Geneva – World Meteorological Organization, Geneva 1990; ss. XI + 143.*

Narastające zainteresowanie zmianami klimatu wywołało potrzebę uporządkowania stosowanej w tej dziedzinie terminologii. W związku z tym Sekcja Terminologii i Dokumentacji Technicznej ONZ i Światowa Organizacja Meteorologiczna opracowały wspólnie glosariusz zawierający terminy z zakresu zmian klimatu w 6 językach: angielskim, francuskim, rosyjskim, hiszpańskim, arabskim i chińskim. Jak poinformowano w lakonicznej przedmowie, terminy te zostały wybrane głównie z dokumentów UNEP i WMO; są to terminy najczęściej występujące. Ich wybór nie był łatwy, bowiem istnieje wiele dziedzin pozostających pod wpływem klimatu, jak np. rolnictwo czy hydrologia.

Właściwy glosariusz poprzedza obszerny spis skrótów w języku angielskim. Są to przede wszystkim skróty nazw organizacji i programów badawczych, ale również różnych pojęć, a także substancji. W glosariuszu podano tylko terminy w wymienionych 6 językach, w zasadzie bez objaśnień ich znaczenia; jeżeli objaśnienia są podane, to tylko w języku angielskim, chociaż trudno dopatrzeć się zasady, według której podawano objaśnienia. Objasniono np. takie terminy jak *climatology*, *low latitudes* i *sea ice*, bez objaśnień zaś podano *paleoclimatology*, *mid-latitudes* i *mountain glacier*. Konsekwencja w podawaniu objaśnień, a także większa ich ilość z pewnością byłyby bardzo przydatne. Mimo to omawiany glosariusz może być użytecznym narzędziem pracy tłumacza, może też się przydać każdemu korzystającemu z obcojęzycznej literatury klimatologicznej.

Urszula Kossowska-Cezak

Schönwiese C. - D. *Klima im Wandel. Tatsachen, Irrtümer, Risiken*. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart 1992; ss. 221, rys. 47, tab. 14.

Autor jest doświadczonym nauczycielem akademickim i utalentowanym propagatorem wiedzy klimatologicznej. Te cechy są widoczne również w omawianej pracy. Regularnie w ostatnich kilkunastu la-

tach ukazują się jego podręczniki na temat klimatu i jego zmian; każdy z nich odznacza się dużą aktualnością i każdy z nich porusza nowe aspekty tej problematyki.

Tym razem autor zajął się funkcjonowaniem i zagrożeniem systemu klimatycznego przez działalność człowieka. Pokazana jest relacja między naturalnymi zmianami klimatu a różnoskalowymi (globalnymi i regionalnymi) zmianami, powstałymi wskutek bezpośredniej i pośredniej ingerencji człowieka. Autor dowodzi, z jakim ryzykiem związane są np. zmiany składu chemicznego atmosfery i jakie to może mieć skutki w najbliższej przyszłości. Ryzyko, błędy i wątpliwości w ocenie skutków działalności towarzyszą człowiekowi, poczynając od momentu podjęcia decyzji aż do oszacowania prognozy funkcjonowania systemu klimatycznego. Autor wykazuje niedoskonałości współczesnych modeli prognostycznych i tworzonych na ich podstawie scenariuszy klimatycznych. Ważną cechą książki jest komunikatywny, prosty język wykładu. Omawiane zagadnienia przedstawiane są z pasją. Tu objawia się talent i rzetelność badawcza autora.

Książka jest adresowana do szerokiego kręgu czytelników o przynajmniej średnim wykształceniu, zainteresowanych problemami funkcjonowania środowiska i gospodarowania w nim człowieka. Jest to zarazem cenny podręcznik akademicki dla przyrodników oraz dla działaczy gospodarczych, politycznych i dziennikarzy. Jego zaletą jest także umiarkowanie w dokumentowaniu zjawisk faktograficznym materiałem liczbowym, który został jednak zamieszczony na końcu książki w postaci interesujących zestawień tabelarycznych. Przyswajanie tekstu natomiast ułatwiają przejrzyste syntetyczne rysunki, pochodzące z najnowszych źródeł, często przetworzone przez autora.

Barbara Obrębska-Starkłowa

G ö t z G., M e s z a r o s E., V a l i G. *Atmospheric particles and nuclei*. Academia Kiado, Budapest 1991; ss. 274, rys., tab.

W chwili gdy problemy ekologii i klimatu znalazły się w prasie i codziennych rozmowach, ukazała się książka, której problematyka koncentruje się wokół cząsteczek aerosolu atmosferycznego, śladowego wprawdzie, lecz niezwykle ważnego składnika atmosfery ziemskiej, mającego istotny wpływ na jej zachowanie i ewolucję. Cząsteczki aerosolu atmosferycznego mają wpływ na powstawanie i rozwój chmur, a więc również wpływają na transfer promieniowania słonecznego i ziemskiego, na cykl przemian chemicznych zachodzących w atmosferze, a także na właściwości elektryczne atmosfery. W książce (rozdział 2.) znajdujemy informacje dotyczące fizycznych i chemicznych właściwości aerosolu atmosferycznego, powstającego zarówno na drodze naturalnej ewolucji przyrody, jak również na skutek działalności człowieka. Kolejne rozdziały (3. i 4.) poświęcone są fizyce chmur, jądom kondensacji (CCN), a także procesom nukleacji lodu. Rozdział 5. dotyczy wpływu aerosolu na zmiany klimatu poprzez jego rolę w ewolucji chmur.

Książka jest dobrze napisanym podręcznikiem, przeznaczonym dla studentów fizyki atmosfery. Zawiera podstawowe definicje terminologii używanej w tej dziedzinie, a także opisuje podstawy matematycznego podejścia do zagadnień nukleacji lodu i wzrostu kropeł w chmurach. Jest również niezłym przeglądem literatury, niestety nie najnowszej, na co niewątpliwie wpływ miał fakt, że część tej książki była już uprzednio publikowana (E. M e s z a r o s *Atmospheric Chemistry. Fundamental Aspects*. Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam 1981) i mimo prób jej uaktualnienia o kilkanaście pozycji z lat osiemdziesiątych, większość cytowanej literatury pochodzi z lat siedemdziesiątych. Mimo to jest to wartościowa pozycja wydawnicza nie tylko dla studentów geofizyki, ale również dla wszystkich zainteresowanych mechanizmami zmian obserwowanych w atmosferze ziemskiej.

Barbara Kopcewicz

Bajkiewicz - Grabowska E., Magnuszewski A., Mikulski Z. *Hydrometria*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993, ss. 314, rys. 169, tab. 29.

Hydrometria, będąca nauką o przyrządach i metodach pomiarów i obserwacji zjawisk i procesów hydrologicznych, wchodzi w skład dyscyplin dydaktycznych realizowanych na kierunkach geografii w uniwersytetach, Wydziałach Inżynierii Sanitarnej i Wodnej w politechnikach oraz Wydziałach Melioracji i Inżynierii Środowiska w uczelniach rolniczych. Od roku 1973, tj. od lat dwudziestu, kiedy to ukazała się książka Zbigniewa Paśla w skieg o pt. *Metody hydrometrii rzecznej*, przeznaczona przy tym w dużej mierze dla potrzeb służby hydrologicznej, brak było podręcznika, który uwzględniłby postęp, jaki dokonał się w rozwoju tej nauki w ostatnich latach. Lukę tę wypełnili pracownicy naukowo-dydaktyczni Zakładu Hydrologii Uniwersytetu Warszawskiego Elżbieta Bajkiewicz - Grabowska, Artur Magnuszewski i Zdzisław Mikulski, stawiając przed sobą ambitny cel „...opracowania podręcznika w miarę współczesnego, wykorzystującego osiągnięcia nauki drugiej połowy XX wieku, a zarazem podręcznika przystępnego dla różnych jego użytkowników”.

Treść podręcznika ujęto w 13 rozdziałach i uzupełniono 5 załącznikami.

Nader interesujące a równocześnie pożyteczne informacje, i to zarówno dla studentów jak i dla pracowników zajmujących się profesjonalnie dydaktyką w zakresie hydrometrii, hydrologii, hydrauliki i nauk pokrewnych, zawarto w rozdziale 1.2. *Rozwój hydrometrii i służb hydrologicznych*. W rozdziale tym prof. Z. Mikulski, którego na podstawie treści wielu jego publikacji można byłoby nazwać „historykiem hydrologii”, przedstawił w ciekawym, chronologicznym ujęciu kolejne etapy rozwoju pomiarów hydrometrycznych, opierając się na materiałach źródłowych, na ogół trudno dostępnych dla przeciętnego specjalisty. Ponadto w omawianym rozdziale opisano, jak rozwijała się służba hydrologiczna na ziemiach polskich i jaki jest jej stan organizacyjny. Zamieszczenie odnośników, w których przedstawiono zwięzłe informacje o uczonych, na których powoływano się w tekście, należy uznać za przedsięwzięcie cenne i pożyteczne.

Rozdział 2. poświęcono wiadomościom podstawowym, które objęły m.in. omówienie jednostek miar, pomiarów podstawowych wielkości fizycznych i błędów pomiarów. W zakończeniu rozdziału, podobnie zresztą jak i w większości pozostałych rozdziałów, przedstawiono kilka przykładów obliczeń.

Rozdział 3. dotyczy obserwacji stanów wody. Rozdział ten składa się z kilku podrozdziałów poświęconych zagadnieniom lokalizacji i wyposażenia posterunków wodowskazowych, wykonywania i opracowywania obserwacji wodowskazowych, częstości i czasom trwania stanów wody oraz stanom charakterystycznym, a także błędom pomiarów. Zjawiska lodowe i zarastanie roślinnością wodną koryt rzecznych i zbiorników wodnych to temat zwięzłe ujętego rozdziału 4. Z kolei w najobszerniej potraktowanym przez autorów rozdziale 5. opisano pomiary prędkości i natężenia przepływu. W poszczególnych podrozdziałach omówiono przyrządy, urządzenia i metody pomiarów prędkości w korytach rzecznych, jeziorach i zbiornikach wodnych oraz sposoby opracowania wyników pomiarów i określenia błędów stosowanych metod pomiarowych. Tematyka rozdziału 6., powiązana konsekwentnie z rozdziałem poprzednim, dotyczy krzywej natężenia przepływu. Opisano przypadki jej konstruowania w warunkach różnej zależności od stanów wody, formy ruchu, stanu koryta rzeki itp. Krzywe częstości i czasów trwania przepływów, przepływy charakterystyczne, obliczanie objętości odpływu i ocena dokładności krzywej natężenia przepływu to zagadnienia będące tematem poszczególnych podrozdziałów.

Rozdział 7. dotyczy pomiarów wód podziemnych. Omówiono w nim przyrządy pomiarowe, sposób wykonywania pomiarów oraz opracowania wyników pomiaru stanu wody podziemnej. Istotnym i uzasadnionym uzupełnieniem tego rozdziału mogło być opisanie pomiarów kierunków przepływu wód gruntowych, układów profilów podłużnych zwierciadła wody podziemnej oraz wydatku źródeł.

Pomiarom rumowiska rzeczne go poświęcono rozdział 8. W związku z ogólnie przyjmowanym podziałem rumowiska na unoszone i wleczone, w oddzielnych podrozdziałach opisano przyrządy i metody wykorzystywane przy ich pomiarach oraz sposoby obliczeń intensywności unoszenia i wleczenia wraz z oceną popełnianych błędów. Omówiono także charakterystykę składu granulometrycznego oraz własności fizyczne materiału dennego. Osobny podrozdział poświęcono pomiarom i obliczeniom transportu roztworów.

Rozdział 9. obejmuje tematykę dotyczącą pomiarów temperatury wody, a rozdział 10. – jej właściwości optycznych. Ten ostatni temat jest na ogół dość rzadko omawiany w podręcznikach hydrometrii.

Istotnym zagadnieniem, w szczególności dla jezior i zbiorników wodnych, są pomiary falowania powierzchni wody. Stało się to tematem krótkiego rozdziału 11.

W rozdziale 12. omówiono zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, obowiązujące przy wykonywaniu prac hydrometrycznych. Zapoznanie się z tymi zasadami przez studentów uczestniczących w terenowych ćwiczeniach z hydrometrii jest sprawą nader ważną, aby zmniejszyć niebezpieczeństwo zaistnienia niebezpiecznych wypadków.

Pożytecznym uzupełnieniem treści podręcznika, istotnym dla studentów kierunku geograficznego, jest rozdział 13., w którym podano i wyjaśniono podstawy programowania w języku BASIC.

Końcowym fragmentem podręcznika jest 5 załączników. Dotyczą one: jednostek miar systemu SI, gatunków roślin wodnych spotykanych w rzekach i jeziorach, wartości współczynników szorstkości różnych rodzajów koryt rzecznych i kanałów, rodzajów skal do scharakteryzowania uziarnienia rumowiska rzecznoego oraz tekstów kilku programów komputerowych w języku BASIC.

Wydanie omawianego podręcznika należy przyjąć z zadowoleniem, wyrażając autorom uznanie za trud podjęty przy jego opracowaniu. Podręcznik ten, wypełniając wspomnianą na wstępie lukę w pomocach dydaktycznych w zakresie hydrometrii, przyczyni się niewątpliwie do łatwiejszego i lepszego przyswajania i pogłębiania przez studentów wiedzy o pomiarach i obserwacjach wielu zjawisk występujących w wodach śródlądowych. Ułatwią to zamieszczone w podręczniku liczne przykłady obliczeń. Zawarte w nim wiadomości staną się także źródłem istotnych informacji dla pracowników wyższych uczelni i instytutów naukowych, a także inżynierów praktyków mających w swej pracy zawodowej styczność z zagadnieniami dotyczącymi hydrologii i inżynierii wodnej.

Na uwagę i podkreślenie zasługuje również staranna i estetyczna zewnętrzna forma podręcznika.

Jan Skibiński

*The ocean characteristics and their changes* (red. T. Kitano, N. Kimura, koordynator projektu K. Kajiuura), A. A. Balkema, Rotterdam 1991; ss. 426, rys. 168, tab. 34.

Coraz większe zainteresowanie człowieka środowiskiem, w którym żyje, spowodowało raptowny rozwój technik poznawania go. W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych niezwykle intensywnie rozwinięły się badania zjawisk występujących w morzach i oceanach. Świadomość, że dokładne poznanie środowiska morskiego i jego kondycja jest podstawą istnienia ludzkości w przyszłości, doprowadziła do powstania wielu projektów badawczych. Miały one na celu zrozumienie naturalnych procesów, które można spotkać w akwenach morskich. Jednemu z takich projektów, który był realizowany w latach 1981–1983 przez naukowców japońskich, poświęcona jest niniejsza książka.

Książka składa się z 17 rozdziałów. Każdy z rozdziałów zawiera jeden lub kilka artykułów opisujących prowadzone badania, jak również raporty ze spotkań komitetu kierującego realizacją projektu oraz informacje z sympozjów i seminariów organizowanych w latach 1981–1983. W realizacji projektu brali udział naukowcy zajmujący się oceanografią fizyczną, chemiczną, geologią morza, geofizyką. Wykonano olbrzymią ilość różnego rodzaju pomiarów *in situ*. Prowadzone były m.in. długookresowe, ciągłe obserwacje prądów na różnych głębokościach w północno-zachodnim rejonie Oceanu Spokojnego przy użyciu różnych metod pomiarowych. Badano zawartość metali ciężkich i izotopów niektórych pierwiastków w wodzie morskiej. Analizowany był również skład chemiczny oraz ruch sedymentujących cząstek organicznych; śledzono rozprzestrzenianie się fal dźwiękowych w toni morskiej. Na podstawie prób pobieranych z osadów dennych analizowano zmiany, które zaszły w środowisku morskim w czwartorzędzie. W czasie realizacji projektu testowane były również nowe urządzenia pomiarowe.

Omawiana książka wydaje się bardzo ciekawą pozycją na rynku wydawniczym. Na pewno zainteresuje ona szeroki krąg czytelników, którzy zajmują się profesjonalnie badaniem środowiska morskiego. Przedstawiony w niej projekt może być pomocny przy organizacji i planowaniu przyszłych badań tego środowiska.

Ewa Jarosz

Petersen M., Rohde H. *Sturmflut – Die grossen Fluten an den Küsten Schleswig-Holsteins und in der Elbe*. Karl Wachholtz Verlag, Neumünster 1991 (III wyd.); ss. 182, rys., fot., mapy.

16/17 lutego 1962 r. sztormowe wody powodziowe wdarły się niespodziewanie do śródmieścia Hamburga topiąc tam wielu ludzi i powodując na całym wybrzeżu południowym Morza Północnego wielkie szkody materialne. Spowodowało to wstrząs opinii publicznej i było punktem zwrotnym w podejściu do problemu powodzi morskich. W ciągu ostatnich dwóch dekad rozbudowano cały system obwałowań, usprawniono służbę ostrzegawczą i podniesiono przez to znacznie stan bezpieczeństwa, zdając sobie jednak sprawę ze stałego nadal zagrożenia, związanego z nasilającą się transgresją morza na całym świecie, a w szczególności w rejonie Morza Północnego (nakładają się tu jeszcze ruchy obniżania się dna, prawdopodobnie na skutek intensywnej eksploatacji ropy i gazu oraz wskutek procesów naturalnych – geosynkлинаlnych w tym rejonie).

Ożywione zainteresowanie powodziami morskimi zaspokajają liczne publikacje o tematyce dotyczącej powodzi sztormowych, jakie ukazują się ostatnio w Niemczech. Do tej serii zaliczyć trzeba omawianą tu monografię powodzi sztormowych, dającą uaktualniony i obszerny opis powodzi Morza Północnego. Składa się nań: w pierwszej części – technika obserwacji powodzi i opracowań statystycznych, opis warunków hydrologiczno-meteorologicznych powstawania sztormów na Morzu Północnym, wiatrów, falowania i pływów oraz wahań poziomu wód wywoływanych przez wiatr, wreszcie wahań długookresowych; następną, znaczną część książki jest poświęcona wyczerpującemu przeglądowi historycznemu powodzi sztormowych na Morzu Północnym: od zarania dziejów tego obszaru do XIV w., w okresie XV–XVIII w., do 1962 r. i po 1962 r. Parę stron poświęcono powodziom sztormowym na Morzu Bałtyckim, w jego zachodniej części. Jest tu lista największych sztormów w tej części morza z okresu 1835–1989, jest też opis katastrofy powodziowej 1872 r. i wzmianka o szczególnej powodzi letniej spowodowanej przez orkan w sierpniu 1989 r. – powodzi o wielkiej gwałtowności. W dalszych rozdziałach jest mowa o wpływie sztormów na żeglugę (pokazano liczne awarie i katastrofy morskie), o ochronie i obronie przeciwpowodziowej, jej organizacji w ciągu wieków i stosunkach prawnych.

Książka jest wyposażona w ogromną bibliografię 627 pozycji oraz w imponujące zestawienie powodzi sztormowych u wybrzeży Szlezewiku-Holsztynu (kilkaset przypadków). Monografia, dotycząca głównie wybrzeży Szlezewiku-Holsztynu i ujścia Łaby, oprócz przeglądu historycznego ma na celu rozstrzygnięcie ważnego problemu ochrony życia i mienia przez opracowanie prognozy rozwoju zjawiska powodzi w przyszłości, udoskonalenia bieżących prognoz i ostrzeżeń, zabezpieczeń technicznych przed powodziami sztormowymi teraz i w przyszłości. Wnioski wypływające z tego studium zasługują i u nas na uwagę, chociaż Morze Bałtyckie jest nieporównanie mniej groźne niż Morze Północne. Trzeba jednak brać pod uwagę możliwość wystąpienia i u naszych brzegów katastrof powodziowych, takich jakie wydarzyły się już np. w 1904, 1913/14, 1962 czy 1983 r. (tylko w bieżącym stuleciu).

Książka jest bardzo starannie wydana w formie albumu, wyposażona w liczne ilustracje, mapy, wykresy, w tym stare i nowe fotografie przedstawiające obrazy z powodzi sztormowych.

Aleksander Majewski

*Geologija i geomorfologija Baltijskogo Moria* (red. A. A. Grigalis). Litowski Geologiczski Instytut, Niedra, Leningrad 1991; ss. 419, rys. 71, tab. 24.

*Geologia i geomorfologia Morza Bałtyckiego* jest obszernym, wieloautorskim tomem objaśnień do map geologicznych dna Bałtyku w skali 1:500 000 i ma charakter monografii, zawierającej problemy tektoniki, stratygrafii, litologii i geomorfologii tego akwenu. Podstawą opracowania były rezultaty kartowania geologicznego dna morskiego oraz prace badawcze związane z poszukiwaniem złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Badania te były prowadzone w latach 1970–1990. Granice opracowania obejmują znaczną część Bałtyku, z wyłączeniem Zatoki Botnickiej i części akwenu położonej na zachód od Bornholmu, oraz przybrzeżne obszary lądowe.

W rozdziale I monografii przedstawiono historię badań geologicznych, geofizycznych i geomorfologicznych, prowadzonych w XX w. na wodach terytorialnych Bałtyku przynależnych do byłego ZSRR. Omówiono także ważniejsze osiągnięcia w tej dziedzinie pozostałych krajów nadbałtyckich.

Rozdział II poświęcony jest metodom morskich badań geologicznych i zasadom sporządzania geologicznych map morskich. Wiele uwagi poświęcono opisowi metody ciągłego profilowania sejsmoakustycznego dna oraz geologicznej analizie uzyskanych tą metodą wyników. Na rysunkach przedstawiono przykłady sejsmogramów wraz z ich litologiczną i stratygraficzną interpretacją. Podano także parametry akustyczne osadów i skał przyjmowane przy wyznaczaniu miąższości warstw, co umożliwia studia porównawcze.

W rozdziale III zamieszczono syntetyczny profil sejsmoakustyczny Morza Bałtyckiego. Jednostki stratygraficzne zostały wydzielone na podstawie wyników badań sejsmoakustycznych i korelacji z profilami głębokich wierceń. Szczegółowość podziału stratygraficznego, z dokładnością do poziomu, wydaje się dyskusyjna w świetle zastosowanych w tym celu metod.

Kolejny, bardzo obszerny rozdział monografii, zatytułowany *Stratygrafia*, zawiera szczegółowe omówienie wieku, litologii i rozprzestrzenienia utworów występujących w podłożu Morza Bałtyckiego i osadów wyścielających dno zbiornika. Podział stratygraficzny utworów geologicznych jest udokumentowany wynikami badań paleontologicznych i radiologicznych. Bogata ilustracja rozdziału w postaci profili i przekrojów geologicznych oraz map miąższości poszczególnych serii osadowych stanowi cenne uzupełnienie treści.

Rozdział V zawiera omówienie budowy geologicznej i genezy intruzywnych masywów magmowych. W rozdziale VI przedstawiono rozwój strukturalny obszaru bałtyckiego w 4 cyklach tektonogenetycznych: bajkalskim, kaledońskim, hercyńskim i alpejskim oraz charakterystykę geologiczną głównych jednostek strukturalnych.

Rozdział VII zawiera różnorodne aspekty geomorfologii obszaru. Opis geomorfologiczny dna oparto na analizie 3 elementów: ukształtowania powierzchni, genezy rzeźby i wieku utworów geologicznych. W historii rozwoju rzeźby wydzielono 3 etapy jej formowania się: pierwszy związany z tektonogenezą obszaru bałtyckiego, drugi – pozostający w związku z aktywnością tektoniczną skorupy ziemskiej podczas orogenezy alpejskiej i trzeci – związany z erozyjno-akumulacyjną działalnością zlodowaceń plejstocen-skich. Ostatni etap historii geologicznej tego obszaru, związany z deglacją i rozwojem akwenu Morza Bałtyckiego, jest zilustrowany dobrze dobranymi mapkami zasięgów zlodowaceń i linii brzegowych zbiornika w poszczególnych stadiach jego rozwoju.

Kolejny rozdział, poświęcony warunkom hydrogeologicznym, narusza merytoryczną spójność monografii, aczkolwiek poruszane w nim problemy występowania wód wglębnych, ich chemizmu i wzajemnych związków zasługują na uwagę jako ważny element szeroko rozumianej hydrologii akwenu Morza Bałtyckiego.

Końcowe rozdziały pracy podsumowują problematykę geologiczno-geomorfologiczną w formie syntetycznego opisu rozwoju obszaru bałtyckiego i genezy zakłębności dna morskiego. Monografię zamyka rozdział dotyczący występowania surowców mineralnych w dnie Bałtyku, m.in. ropy naftowej, gazu ziemnego, fosforytów, soli kamiennej i soli potasowych, kongrecji żelazowo-manganowych i innych. W przypisach zamieszczono krótki opis profili głębokich wierceń, na które autorzy powołują się w tekście, co stanowi cenną informację źródłową.

Brakiem monografii jest słaba strona graficzna. Dotyczy to przede wszystkim map, które ze względu na mnogość elementów przedstawionych za pomocą szrafów i izolinii stają się słabo czytelne. Ponadto w poszczególnych rozdziałach pojawiają się zbędne powtórzenia treści. Niemniej autorzy monografii i jej redaktor naukowy dokonali bardzo trudnego dzieła, jakim jest synteza różnorodnych, szczegółowych informacji geologicznych. W rezultacie powstało opracowanie, które zasługuje na uwagę geologów, geomorfologów i oceanografów bałtyckich.

*Halina Jankowska*

S o c z y ń s k a U. (red.) *Studia hydrologiczne. Prace i Studia Geograficzne*. Tom 12. Wydział Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1992; ss. 292, rys. 52, fot. 12, tab. 21.

Tom ten powinien zainteresować zarówno hydrologów, jak i geologów – z kilku powodów. Pierwszy z nich to relacje zwrotne między hydrologią a różnymi działami nauk geologicznych. Z przyjętej przez Międzynarodową Asocjację Nauk Hydrologicznych (IAHS) definicji hydrologii (jako nauki, „która zajmuje się wodami globu ziemskiego, ich występowaniem, cyrkulacją i rozkładem przestrzennym, ich fizycznymi i chemicznymi właściwościami oraz ich współzależnością z otaczającym środowiskiem, z uwzględnieniem wzajemnego uwarunkowania z materiążywioną”) wynika, że woda – będąca przedmiotem badań hydrologii – tworząc występującą na powierzchni skorupy ziemskiej w postaci oceanów, mórz, jezior, splotów powierzchniowych i rzek hydrosferę, przenika i występuje – z jednej strony – w postaci pary wodnej, chmur i opadów w atmosferze, z drugiej zaś – w bardzo różnych postaciach w litosferze. Woda – występująca w naturze w postaci różnych roztworów – nie jest w stosunku do jej otoczenia substancją chemicznie i mechanicznie obojętną; spływając po powierzchni terenu i na niej się gromadząc, jak też przenikając w głąb litosfery, oddziałuje na budujące skorupę ziemską skały, zmienia je, rozpuszcza, koroduje, rozdrabnia, a rozpuszczone w niej i przez nią rozkruszone elementy skalne transportuje i osadza daleko od miejsca ich pierwotnego występowania.

Problematyka hydrologiczna prezentowana w recenzowanym tomie jest więc interesująca nie tylko dla hydrogeologów, geologów czwartorzędu i geomorfologów oraz ekogeologów i geologów inżynierskich, zajmujących się badaniami środowiska inżyniersko-geologicznego, tj. części środowiska geologicznego, która z jednej strony współpracuje z obiektami działalności ludzkiej (budynkiem, zaporą, kopalnią, miastem), lecz także wszystkich geologów rozpoznających środowisko geologiczne, tj. skorupę ziemską wraz ze wszystkimi oddziaływującymi czynnikami zewnętrznymi (atmo-, hydro-, bio- i antroposfery), wewnątrz- i podskorupowymi. Tak więc problematyka hydrologiczna recenzowanego tomu może i powinna zainteresować również w pierwszej kolejności sedimentologów i petrologów (zwłaszcza skał osadowych), badających właściwości osadów oceanicznych, morskich, jeziornych, stokowych i rzecznych oraz odtwarzających historię przekształcania się tych osadów w skały w trakcie sedimento-, dia-, epigenezy i metamorfozy, jak też tych geologów, którzy zajmują się badaniami procesów: wietrzenia, erozji, sufozji, krasu, przemarzania, wysadzin, wiecznej marzłoci itp.

Recenzowany tom (wydany w związku z 70. rocznicą urodzin i 45-leciem pracy naukowej wybitnego polskiego hydrologa, prof. dra hab. inż. Zdzisława M i k u l s k i e g o) zawiera wyniki bardzo interesujących, oryginalnych, wieloletnich badań naukowych, przeprowadzonych przez zespół pracowników i współpracowników Zakładu Hydrologii i Mazowieckiego Obserwatorium Geograficznego Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego. Treść tego tomu wskazuje, że kierowany od lat przez prof. Z. Mikulskiego Zakład stał się przodującym ośrodkiem polskiej hydrologii, cieszącym się uznaniem w nauce światowej.

Tom składa się z 3 części. Część I stanowią: wykaz publikacji prof. Z. Mikulskiego, 2 artykuły o jego działalności naukowej i zawodowej (napisane przez profesorów J. K o n d r a c k i e g o i J. S k i b i ń s k i e g o), jego autorstwa esej historyczny o powstaniu i rozwoju hydrologii w Uniwersytecie Warszawskim oraz artykuł prof. U. S o c z y ń s k i e j *Hydrologia jako dyscyplina naukowa – siły motoryczne i hamulce jej rozwoju*, który kończy jubileuszowo-historyczną część I.

Część II *Obieg wody w zlewni. Badania teoretyczne i eksperymentalne* zawiera wyniki prac naukowych prowadzonych przez zespół hydrologów Uniwersytetu Warszawskiego w ramach CPBP-03.09 *Analiza i użytkowanie zasobów wodnych*. W ramach problemu zespół ten opisał procesy pionowego ruchu wilgoci w strefie nad- i podpowierzchniowej zlewni, zarówno w okresie wegetacyjnym jak i zimowym, procesy formowania się spływu powierzchniowego i jego przebiegu oraz wyniki badań nad symulacją odpływu powierzchniowego w zlewniach niekontrolowanych, na przykładzie zespołu małych zlewni karpacczych i sudeckich. Część II obejmuje opracowania: B. N o w i c k i e j i U. S o c z y ń s k i e j *Organizacja zlewni eksperymentalnej w Murzynowie pod Płockiem*, M. G u t r y - K o r y c k i e j, U. S o c z y ń s k i e j i L. S i e k l u c k i e g o *Procesy pionowego obiegu wody w jednostkowym polu quasi-jednorodnym (okres wegetacyjny)*, M. G u t r y - K o r y c k i e j *Procesy zasilania roztopowego jednostkowej powierzchni zlewni*, U. S o c z y ń s k i e j i L. S i e k l u c k i e g o *Infiltracja i przemiany fazowe wilgoci w zamrażnię-*

tym gruncie, U. S o m o r o w s k i e j *Podstawy modelowania obszarów zasilania w zlewni*, B. N o - w i c k i e j *Adaptacja praw Hortona i Schumma do potrzeb modelowania odpływu powierzchniowego metodą geomorfologicznego chwilowego hydrogramu jednostkowego* oraz B. Nowickiej i U. Soczyńskiej *Modelowanie odpływu powierzchniowego metodą geomorfologiczną i hydrodynamiczną*.

Część III zawiera opracowania o bardzo zróżnicowanej treści, których wspólnym mianownikiem jest hydrologiczna działalność uczniów i współpracowników prof. Z. Mikulskiego, przede wszystkim z Zakładu Hydrologii i Mazowieckiego Obserwatorium Geograficznego Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego, jak i spoza Uniwersytetu. Tak więc na tę część składają się opracowania: J. J a w o r s k i e g o *Wpływ symulowanych nawodnień na ewapotranspirację łąki w okresie suszy*, A. C i e p i e l o w s k i e g o i M. G u t r y - K o r y c k i e j *Ilościowa i jakościowa ocena zasobów wodnych rzek polskich*, D. D a n i e l a k i W. L e n a r t a *Ocena składowych bilansu wodnego w Mazowieckim Obserwatorium Geograficznym Uniwersytetu Warszawskiego w Murzynowie k. Płocka*, W. L e n a r t a, E. M a l i n o w s k i e j i H. Ś w i a t e k *Ocena zagrożeń środowiska metodą wyznaczania stref zdolności do akumulacji zanieczyszczeń*, J. L e c h n i a i E. M a l i n o w s k i e j *Bioindykacja zanieczyszczeń powietrza w strefie oddziaływania Płockiego Zespołu Miejsko-Przemysłowego*, E. B a j k i e w i c z - G r a b o w s k i e j *Czy zaszły zmiany w położeniu działu wodnego w systemie Wielkich Jezior Mazurskich?*, E. K u p c z y k i M. G u t r y - K o r y c k i e j *Znaczenie zimowych osadów atmosferycznych w cyklu hydrologicznym i w gospodarce*.

W zakończeniu należy zauważyć, że recenzowany tom skierowany jest nie tylko do czytelnika polskojęzycznego, bowiem we wszystkich rozprawach i artykułach naukowych części II i III podano ich tytuły i streszczenia oraz objaśnienia rysunków i tabel w tekście w języku angielskim, co może formalnie rozwiązywać ewentualne kwestie uznania priorytetu poszczególnych prac w nauce światowej.

Witold Cezariusz Kowalski

W a l t e r R. *Geologie von Mitteleuropa*. E. Schweizerbart'sche Verlagbuchhandlung, Stuttgart 1992; ss. I-IX + 561, rys. 151, tab. 12.

Tę starannie wydaną książkę oceniać można dwójako: z jednej strony jako interesującą, oryginalną syntezę współczesnej wiedzy geologicznej, dotyczącej znacznej części kontynentu europejskiego, z drugiej zaś jako wartościowy akademicki podręcznik geologii regionalnej Europy. Przedstawioną syntezę podbudowują 1334 pozycje literatury geologicznej w różnych językach, w tym 94 polskie publikacje, przy czym znaczna większość tych publikacji pochodzi z lat 1970–1990. Główny autor prof. dr Roland W a l t e r (Katedra Geologii i Paleontologii Instytutu Geologicznego RWTH w Akwizgranie) określił swoją książkę jako piąte wydanie podręcznika „starego Dorna”. Jest to jednak właściwie całkowicie nowa książka.

R. Walter opisuje jako Europę Środkową obszary od Morza Północnego (włącznie do Polski (do linii Tornquista – Teyseyre'a) i od Morza Bałtyckiego i Danii (włącznie) do Czech i przedalpejskiej strefy molasowej (włącznie). Książka składa się z dwóch części: regionalnogeologicznej i złożowogeologicznej. Omawiając treść książki warto jest jednocześnie zwrócić uwagę na cytowane w niej publikacje polskich geologów i geofizyków. Już w krótkiej przedmowie jej autor dziękuje za dyskusję i krytyczne uwagi m.in. dwóm polskim geologom. W rozdziale 1. *Środkowa Europa jako całość*, po zdefiniowaniu granic Europy Środkowej w podrozdziale 1.1., omówiono w podrozdziale 1.2. *Ramy geologiczne i geologiczny podział Europy Środkowej*, cytując polski podręcznik geologii regionalnej E. S t u p n i c k i e j (1989). W podrozdziale 1.3. *Zarys rozwoju geologicznego Europy Środkowej* omówiono kolejno: fundament prekadmowski i kadmowski, rozwój kaledoński, górotwór waryscyjski, rozwój postwaryscyjski i rozwój terenu w trzeciorzędzie i czwartorzędzie. W napisanym przez P. G i e s e (Instytut Nauk Geologicznych Wolnego Uniwersytetu w Berlinie) podrozdziale 1.4. opisano *Geofizyczny obraz skorupy środkowoeuropejskiej*.

W rozdziale 2. *Okres przedczwartorzędowy w bruzdzie środkowoeuropejskiej* przedstawiono kolejno: środkową i południową depresję Morza Północnego, nieckę duńską i fennoskandynawską strefę graniczną, obszar obniżenia holenderskich, bruzdę północnoniemiecką, bruzdę polską.

W rozdziale 3. *Czwartorzęd bruzdy środkowoeuropejskiej* przedstawiono kolejno, poczynając od zachodu: Morze Północne, Bałtyk i Niż Środkowoeuropejski.

Rozdział 4. *Proterozoiczno-paleozoiczne górotwory środkowoeuropejskiego obszaru zrębowego* zaczyna się od opisu masywu brabancckiego na zachodzie, po czym następują opisy kolejno: Ardenów, Reńskich Gór Łupkowych, Harcu, niecki Saary, Palatynatu, Odenwaldu, Spessartu, Wogezów, Szwarzwaldu, górotworów saksońsko-turyńskiego i północno-wschodniobawarskiego, Łużyc i zachodnich Sudetów.

W rozdziale 5., kończącym część regionalnogeologiczną książki *Młodopaleozoiczne, mezozoiczne i kenozoiczne pokrywy środkowoeuropejskiego obszaru zrębowego*, opisano te pokrywy kolejno: w zatoce dolnoreńskiej, w münsterskiej niecce górnokredowej, w obniżeniu heskim i w górach Rhönu, w niecce turyńskiej i we wschodnioturyńsko-saksońskim obszarze granicznym, w lewobrzeżnym reńskim mezozoiku między Ardenami i Reńskimi Górami Łupkowymi a Wogezami, w rowie górnego Renu, w obszarze południowoniemieckich quest morfologicznych, w mezozoicznych i trzeciorzędowych nieckach masywu czeskiego, w Jurze szwajcarskiej i francuskiej, w niecce molasowej.

Część złożową stanowi napisany przez H. W. Walthera i H. G. Dilla (Związkowy Instytut Nauk o Ziemi i Surowców w Hanowerze) rozdział 6. *Kopaliny Europy Środkowej*, w którym po przedstawieniu udziału Zachodnich Niemiec (o powierzchni 0,17% powierzchni Ziemi) w wysokości 1% światowego wydobycia kopalni omówiono kolejno występowanie i wydobycie rud (żelaza i manganu, chromu, niklu, kobaltu, platyny, tytanu, bizmutu, cyny i wolframu, złota, antymonu, rtęci, miedzi, srebra, ołowiu, cynku, siarczków żelaza, litu i niobu), soli kamiennej i potasowej, siarki, fluorytu, barytu i kalcytu, magnezytu, gipsu i anhydrytu, kwarcu i skaleni, talku i azbestu, kaolinu, boksytu, bentonitu, fosforytu, grafitu, bursztynu, surowców energetycznych (węgla kamiennego i brunatnego, węglowodorów: ropy i gazu ziemnego, skał bitumicznych i surowców promieniotwórczych). Treść rozdziału 6. słabo nawiązuje do treści rozdziałów poprzednich. Należy zauważyć, że jeśli w książce poruszono problematykę kopalni, to zwrócić się uwagę tylko na jeden aspekt użyteczności badań regionalnogeologicznych, a byłoby dobrze nakreślić również aspekty hydrogeologiczne i inżynierskogeologiczne, a zwłaszcza niesłyszane ważne w tej części Europy – ekologiczne.

W każdym zestawieniu stworzonych przez różnych badaczy modeli budowy geologicznej różnych regionów napotyka się na wielkie trudności w utworzeniu jednoznacznego, spójnego, wewnętrznie niesprzecznego modelu syntetycznego, zgodnego z rzeczywistością w każdym z elementarnych regionów. Autor pokonał te trudności, zachowując niezbędną w tym względzie ostrożność i elegancję, np. nie wnikając w rozróżnianie ruchów orogenicznych i synorogenicznych, pokryw staropaleozoicznych na usztywnionym już starszym podłożu, pisze: „Prawdopodobnie dzisiaj znaczne obszary fałdowe północnoniemiecko-polskich kaledonidów wyszły z pojedynczych, szczególnych obniżzeń o dużych miąższościach sedimentów i dlatego nie tworzą żadnego ciągłego, kompletnego orogenu” (str. 12). Należy zauważyć, że opisy budowy geologicznej w poszczególnych regionach „Walterowskiej” Europy Środkowej różnią się szczegółowością. Szczegółowość ta jest największa w północno-zachodnich i środkowych regionach Niemiec Zachodnich i obszarów bezpośrednio do nich przyległych. Oczywiście im dalej od terenów bezpośrednich badań głównego autora książki, tym opisy te stają się coraz bardziej przeglądowe.

Recenzowana książka powinna szczególnie zaciekać w pierwszej kolejności tych zawodowo czynnych geologów, których interesuje nie tylko budowa geologiczna badanego często niewielkiego terenu, lecz także jego pozycja w większym regionie, w całej skorupie ziemskiej. Jest to istotne w regionalnych rozważaniach inżynierskogeologicznych, w interpretacji wyników badań geofizycznych, a także w wyznaczaniu dalszych działań nad stwarzaniem modeli budowy geologicznej badanego regionu i jego warunków hydro-inżyniersko- i ekogeologicznych o większym prawdopodobieństwie zgodności z rzeczywistością.

Witold Cezariusz Kowalski

Charles Ph. A. *Rock mechanics. Theoretical fundamentals*. Vol. I. Édition Technip, Paris 1991; ss. 360, tab., rys.

Omawiany tom stanowi pierwszą z dwóch części monografii poświęconej mechanice skał. Zawiera on systematyczny wykład podstaw teorii stosowanych do opisu właściwości termoreologicznych skał. Autor podał również metody rozwiązywania zagadnień brzegowych związanych z praktycznym wykorzystaniem tych teorii do problemów geotechniki, geologii inżynierskiej, górnictwa. Recenzowany tom jest na-

pisany bardzo przejrzysto, z dużą precyzją matematyczną, jest ilustrowany rysunkami objaśniającymi jego treść. Na podkreślenie zasługuje kolejność prezentowanego materiału – od teorii mniej skomplikowanych (liniowa teoria sprężystości) do bardziej złożonych (termosprężystoplastyczność ośrodków porowatych). Tom, mimo że jest poświęcony podstawom teoretycznym mechaniki skał, dotyczy również metod doświadczalnych wyznaczania termomechanicznych parametrów materiałowych oraz zawiera kilka tabel i wykresów prezentujących te parametry. Autor oparł rozważania na najnowszych światowych osiągnięciach podając wykazy cytowanej literatury na końcu każdego z rozdziałów. Bardzo szeroko omówił interesującą i współczesną problematykę związaną z modelowaniem termosprężystoplastycznych ośrodków porowatych oraz skał spękanych.

Tom został podzielony na następujące części: *Wstęp; Mechanika ośrodków ciągłych – Podstawowe pojęcia; Mechanizm odkształceń materiałów; Mechanizm utraty kohezji materiałów*. Każda z części podzielona jest na rozdziały. We wstępie zostały podane podstawowe pojęcia mechaniki ośrodków ciągłych, takie jak: opis materialny i przestrzenny ruchu ośrodka, zasada obiektywności oraz podstawowe prawa dynamiki. Część pierwsza dotyczy stanu odkształcenia, stanu naprężenia, termodynamiki ośrodków ciągłych, równań konstytutywnych. W części drugiej autor przedstawił podstawy liniowej teorii sprężystości, metodę potencjałów zespolonych dla zagadnień płaskich oraz pewne rozwiązania zagadnień brzegowych. Następnie rozważył ośrodki sprężyste z otworami i mikroszczelinami, w trzech rozdziałach rozpatrzył termosprężystość ośrodków porowatych, podając również metody doświadczalne wyznaczania stałych materiałowych. Część druga zawiera ponadto modele ośrodków termoporosprężystoplastycznych (Cambridge model, modele zaproponowane przez Lade'a Rice'a i Rudnickiego). Część trzecia temu poświęcona została ośrodkom spękanym. Omówiono w niej współczynniki intensywności naprężeń, kryteria pękania (w tym kryterium Griffitha), doświadczalne metody wyznaczania parametrów pękania dla skał, kryterium Mandela, homogenizację ośrodków spękanych, pojawienie się pasma ścinania w geomateriałach, teorię bifurkacji.

Recenzowany tom jest przeznaczony dla inżynierów, studentów, doktorantów oraz pracowników naukowych zajmujących się zagadnieniami geofizyki, geotechniki, górnictwa, geologii inżynierskiej, hydrogeologii i mechaniki ośrodków ciągłych. Stanowi zebranie najnowszych modeli stosowanych w mechanice skał. Trzeba zaznaczyć jednak, że lektura tego tomu wymaga pewnego przygotowania matematycznego.

Stanisław Matysiak

Albrecht J. *Ins der Erde*. Westermann, Braunschweig 1992; ss. 168, rys. 68.

Co wiemy o wnętrzu Ziemi? Jakie procesy zachodzą w płaszczu Ziemi, w jej jądrze, jaka panuje tam temperatura? Niedostępność wnętrza Ziemi, niemożliwość jego bezpośredniej obserwacji sprawia, iż odpowiedzi na tego rodzaju pytania pozostają na poziomie naukowej spekulacji; z tego też powodu historia nauki o Ziemi jest historią pomyłek i ostrych naukowych sporów. O tym, że może być w sposób pasjonujący opisana, przekonuje książka *W głąb Ziemi*, napisana przez specjalizującego się w popularyzacji nauki niemieckiego dziennikarza Jörga Albrechta.

Autor zajmuje się podstawowymi zagadnieniami nauki o Ziemi: bardziej ogólnymi, takimi jak powstanie planety, jej wiek, budowa, usytuowanie w Układzie Słonecznym, a także bardziej szczegółowymi, jak teoria płyt litosferycznych, wyjaśniająca zjawiska trzęsień ziemi, wybuchów wulkanów i dryfu kontynentów, czy teoria hydromagnetycznego dynama. W bardzo ciekawy sposób przedstawia drogę, jaką przeszła nauka, zanim ukształtował się obecny obraz Ziemi – obraz planety dynamicznej, podlegającej ciągłym zmianom, w zadziwiający sposób pozostającej przy tym stabilną i przyjazną dla życia. Pisze też autor o zagrożeniach tej stabilności przez działalność człowieka: nadmierne wykorzystywanie jej zasobów, zanieczyszczanie środowiska, próby z bronią jądrową.

Książka Jörga Albrechta ma charakter popularnonaukowy, jest napisana w sposób przystępny, ciekawy i rzetelny. Dużo miejsca poświęca autor najnowszym osiągnięciom geofizyki i geologii – zarówno eksperymentalnym, pisząc obszernie o mającym osiągnąć głębokość 10 km wierceniu prowadzonemu na terenie RFN, jak i teoretycznym, gdy pisze o teorii chaosu, geometrii fraktalnej i ich zastosowaniu

w geofizyce. Książka zawiera drobny błąd zwracający uwagę polskiego czytelnika – Maria Curie była Polką, a nie jak, pisze autor, Francuzką.

Liczne kolorowe zdjęcia i ilustracje zwiększają atrakcyjność książki.

Piotr Senatorski

*Le Plan Bleu – avenir du Bassin Méditerranéen* (red. M. Grenon, M. Batisse). Centre d'Activités Régionales du Plan Bleu pour la Méditerranée a Sophia Antipolis, France. Economica, Paris 1989, ss. 442, rys. 69, tab. 59.

W pracach, które stały się podstawą recenzowanej książki, brali udział naukowcy i praktycy życia gospodarczego, ochrony przyrody, a także politycy. Całością kierowali Michel Batisse i Michel Grenon. Pierwszy z nich, znany z prac dotyczących różnorodnych aspektów ochrony środowiska i zasobów przyrody wykonanych w ramach UNESCO, przewodniczył od 1985 r. Centrum Przedsięwzięć Regionalnych Plan Bleu dla obszaru śródziemnomorskiego. Drugi, matematyk i inżynier, od 1980 r. brał udział w pracach Plan Bleu, a od 1984 r. został ich kierownikiem naukowym. Jest autorem licznych opracowań dotyczących perspektyw energetyki i zachowania zasobów surowcowych.

Książka została opracowana pod egidą Programu Ochrony Środowiska Człowieka Narodów Zjednoczonych (UNEP) w ramach Planu Działania na rzecz Morza Śródziemnego (*Plan d'action pour la Méditerranée*), istniejącego od 1975 r. Plan Działania został przyjęty przez kraje śródziemnomorskie, które nadzorują jego stosowanie i pokrywają większość kosztów. Składa się on z 3 zasadniczych części:

- legislacyjnej, uchwalonej przez Konwencję Barcelońską, dotyczącej ochrony Morza Śródziemnego przed zanieczyszczeniami;
  - badawczej, obejmującej poszukiwania naukowe i nadzór nad stanem morza (MEDPOL);
  - planistycznej, obejmującej planowanie gospodarcze i społeczne, ze szczególnym uwzględnieniem wybrzeży, co jest założeniem sensu stricto Plan Bleu.
- Plan Bleu jest próbą dania odpowiedzi na następujące pytania:
- jaka będzie przyszłość krajów śródziemnomorskich?
  - jak można pogodzić ze sobą ochronę środowiska przyrodniczego oraz potrzeby rozwoju społeczno-ekonomicznego?
  - w jaki sposób kraje śródziemnomorskie mogą zorganizować się, aby stawić czoło rosnącym przeciwnościom ich dalszego rozwoju?

Metodą, która ma dopomóc w osiągnięciu powyższych celów, jest zbiór scenariuszy zawierających obraz możliwej przyszłości o horyzontach czasowych 2000 i 2025. Scenariusze zostały opracowane przez zespół ekspertów do spraw krajów śródziemnomorskich przy wykorzystaniu koherentnych hipotez. Podczas ich konstruowania brano pod uwagę zagadnienia ludnościowe, trendy rozwoju gospodarczego, politykę środowiskową oraz poziom współpracy wewnątrzregionalnej. Przy dużej swobodzie wyboru hipotez twórcy starali się unikać indywidualnych punktów widzenia, a także wpływu tej lub innej teorii gospodarczej lub społecznej, co sprawiało wiele trudności podczas konsultacji, zarówno z przedstawicielami krajów rozwiniętych jak i rozwijających się.

Książka jest głównym raportem omawiającym „scenariusze śródziemnomorskie” i stan perspektywiczny Plan Bleu. Dostarczono go w formie wstępnego opracowania rządowi w 1988 r. Stanowi on także przedmiot studiów dla licznych instytucji o charakterze międzynarodowym, jak np. UNEP czy Bank Światowy. Poza niniejszym raportem istnieją także w ramach Plan Bleu liczne opracowania tematyczne dotyczące wybranych zagadnień gospodarczych, np. intensyfikacji rolnictwa, turystyki, rybołówstwa, a także poszczególnych komponentów środowiska, np. wysp śródziemnomorskich, lasów, stref ochrony przyrody. Stworzono także bank danych ludnościowych i gospodarczych oraz bazę danych środowiskowych obszaru śródziemnomorskiego, dostępnych dla poszczególnych krajów.

Tematem pierwszej części raportu jest krótkka charakterystyka elementów środowiska geograficznego istotnych w dalszej analizie. Są to: rzeźba terenu, klimat, szata roślinna i świat zwierzęcy, a także rozmieszczenie i dynamika ludności oraz przebieg procesu urbanizacji i różnicowanie kulturowe. Wskazuje się przy tym na specyfikę basenu śródziemnomorskiego, zarówno w aspekcie warunków fizycznogeogra-

ficznych, jak i ekonomicznogeograficznych regionu. Dodatkowo określone zostają granice obszaru objętego opracowaniem, a także skala czasu niezbędnego do ukazania obrazu ewolucji badanych zjawisk.

W drugiej części scharakteryzowano 5 scenariuszy o horyzontach czasowych 2000 i 2025. Zwraca się uwagę na trudności w doborze hipotez. Charakteryzuje się składowe, zarówno środowiskowe, gospodarcze, jak i ludnościowe, których użyto w raporcie. Następnie omawia się strukturę, typy i zasadnicze linie scenariuszy, które mogą być realizowane w kontekście konkretnej polityki gospodarczej i środowiskowej. W szczególności zwraca się uwagę na dobór hipotez relatywnych z jednej strony do warunków danej populacji, takich jak rozmieszczenie ludności, migracje, a z drugiej strony do warunków gospodarczych, takich jak stopa wzrostu i wielkość wymiany handlowej.

Tematem trzeciej części jest charakterystyka otrzymanych wyników w zależności od rodzaju działalności gospodarczej i jej wpływu na środowisko. Wzięto pod uwagę 5 rodzajów działalności: rolnictwo, przemysł, energetykę, turystykę i transport, a dodatkowo proces urbanizacji i zagospodarowania wybrzeży. Przedstawione scenariusze uwypuklają współzależności i interakcje między poszczególnymi rodzajami działalności. Ukazano możliwości zmian w strefie wybrzeży, a także w całym regionie śródziemnomorskim, przy szczególnym uwzględnieniu komponentów środowiska przyrodniczego.

Czwarta część raportu jest poświęcona analizie możliwych zmian w środowisku przyrodniczym regionu w zależności od użytego scenariusza. W tym celu przeprowadzono badania nad pewną liczbą podsystemów lub „łańcuchów” środowiskowych, wskazując na kwantytatywne związki między określonym rodzajem działalności człowieka a komponentem przyrody, takim jak gleby, lasy, zasoby wodne, stan wybrzeży i morza. W ostatnim przypadku przeprowadzono szczególnie wnikliwą analizę w ramach Planu Działania na rzecz Morza Śródziemnego (PAM), programu MEDPOL i Plan Bleu. Badania te koncentrowały się głównie na oszacowaniu przypuszczalnej wielkości zanieczyszczeń pochodzenia terygenicznego.

W ostatniej części raportu podsumowuje się jego rezultaty. Wskazuje się na kierunki możliwych zmian, jakie mogą wynikać w zależności od użytego scenariusza. Pozwala to na dokonanie odpowiednich korekt w działalności gospodarczej, prowadzących do lepszej ochrony środowiska. Tego typu działania postulowane są zarówno w skali lokalnej, krajowej, jak i całego regionu. Dodatkowo wskazuje się na drogi prowadzące do zmniejszenia naporu ludzkiego na środowisko obszaru śródziemnomorskiego. Są to:

- poszukiwania nowych możliwości rozwoju gospodarczego opartych na bardziej intensywnej współpracy krajów całego regionu i na rosnącej solidarności na osi Północ-Południe;
- systematyczne branie pod uwagę środowiska podczas wszystkich rodzajów działalności gospodarczej, a zwłaszcza w przypadku zlokalizowania ich na obszarze wybrzeży;
- promowanie lepszego zrozumienia charakteru interakcji zachodzących między środowiskiem przyrodniczym a rodzajem działalności ludzkiej zarówno wśród polityków, planistów i decydentów, jak i wśród ogółu ludności, np. poprzez nauczanie szkolne.

Książka jest jedną z pierwszych prac, w których omawia się w sposób kompleksowy wpływ charakteru działalności człowieka na środowisko przyrodnicze na obszarze tak dużego i silnie zróżnicowanego regionu, jakim jest zlewisko Morza Śródziemnego. Szczególną uwagę zwrócono na zjawiska zachodzące na styku ląd-morze. Jest to więc swego rodzaju opracowanie modelowe, które może być przydatne przy konstruowaniu podobnych prognoz na innych tego typu obszarach, np. basenu Morza Bałtyckiego.

Jarosław Dudkiewicz

*Kronika Ziemi*. Wydawnictwo Kronika, Marian B. Michalik. Warszawa 1992; ss. 576, tab., fot. kolor.

Wydawnictwo Chronik Verlag w Dortmundzie (RFN) podjęło przed kilku laty śmiało przedsięwzięcie wydawania tzw. Biblioteki Kroniki (Die Chronik Bibliothek) 1990–2000, podającej w każdym roczniku ważniejsze wydarzenia na świecie dzień po dniu. Wydano już wiele zaległych tomów tej kroniki, a zarazem roczniki bieżące. Każdy rocznik zawiera 240 stron tekstu i ok. 500 ilustracji. Niezależnie od tego wydano *Kronikę XX wieku* i inne. Kroniki stały się wydarzeniem publikacyjnym skłaniającym wydawnictwo do rozszerzenia zakresu na różne dziedziny życia; tak więc w 1991 r. wydano *Kronikę Ziemi* (*Chronik der Erde*). Dotychczas 20 krajów zakupiło prawa wydawnicze na tłumaczenie *Kronik* – wyda-

wanie ich we własnych krajach, a inicjatywa zyskała rozgłos światowy. W Polsce prawa takie zakupiło prywatne wydawnictwo, rozpoczynając całą akcję od przełożenia i wydania *Kroniki XX wieku* już w 1991 r.

*Kronika Ziemi* to kolejne dzieło o nieocenionej wartości. „Bogato ilustrowana dokumentacja dziejów Ziemi – od momentu powstania naszej planety aż do pojawienia się na niej współczesnego człowieka... daje ona pełny przegląd dziejów rozwoju natury na podstawie wyników badań opublikowanych w literaturze naukowej i popularnonaukowej” – czytamy na obwolucie dzieła. W *Kronice Ziemi* podano: 35 kalendarzów z kompletnymi informacjami; 954 artykuły szczegółowe z zakresu geologii, zoologii, ekologii i antropologii; 12 artykułów poglądowych dotyczących wszelkich epok w dziejach Ziemi; 1200 fotografii, w większości barwnych; 374 mapy, szkice i rekonstrukcje specjalnie opracowane i przygotowane dla *Kroniki Ziemi*; 47 stron aneksu, zawierającego słownik terminów, tablice chronologiczne i indeks. Wydawca polski informuje, iż autorem dzieła jest Feliks R. P o t u r i , „autor wielu prac dotyczących przyrody i prehistorii”; w redakcji dzieła współpracowali: prof. dr Friedrich S t r a u c h , profesor paleontologii Uniwersytetu w Münster, autor przedmowy, paleontolog dr Michael H e r h o l z . Jak pisze wydawca polski, polska edycja *Kroniki Ziemi* jest uzupełniona informacjami dotyczącymi głównie naszego kraju i została zredagowana przez specjalistów odpowiadających tematycznemu zakresowi dzieła; zespołem tym kierował prof. dr Bogdan N e y , członek PAN, co niewątpliwie gwarantuje wysoki poziom polskiego wydania.

Dzieło sprawia bardzo dobre wrażenie; w umiejętny, a zarazem nader przystępny sposób prowadzi czytelnika przez dzieje Ziemi. Po raz pierwszy chyba zostały one przedstawione tak przystępnie i zajmująco. Przeglądając uważnie książkę ma się wrażenie obecności na wspaniałym barwnym filmie popularnonaukowym, który uczy bawiąc jednocześnie. Dzieło zostało zaopatrzone w kilka cennych załączników, a w tym ciekawie ujęty wiek Ziemi, jego podział i charakterystykę, gdzie podano ważniejsze wydarzenia w poszczególnych okresach Ziemi. Przytoczono metody określania czasu w dziejach Ziemi przez różnych autorów. Interesujący jest opis i schemat tzw. pięć królestw organizmów. Dużą wartość ma zwięzły słownik pojęć i terminów użytych w książce, a także indeks rzeczowy, dzięki któremu łatwo znaleźć w treści interesujące sprawy, zjawiska i wydarzenia. Z kolei zestaw bibliograficzny uzupełniono ważniejszymi pozycjami w języku polskim.

Udostępnienie *Kroniki Ziemi* i innych dzieł tej serii polskiemu czytelnikowi należy powitać z dużym uznaniem. Jest to na pewno wyróżniająca się inicjatywa wydawnicza; przyjmujemy ją z dużym uznaniem i postaramy się omówić także kolejne nowe pozycje tej serii.

Zdzisław Mikulski

*Meteorological Calendar 1993. The Royal Meteorological Society, Reading 1992.*

Brytyjskie Królewskie Towarzystwo Meteorologiczne od lat publikuje kalendarze o tematyce meteorologicznej. W kalendarzu na rok 1993 są podane podstawowe informacje o Towarzystwie – dziejach, formach działania, publikacjach itp.; zajmują one wewnętrzną stronę okładki. Kolejne strony, poświęcone miesiącom, zawierają – oprócz kalendarium i efektownej fotografii – sporo informacji natury klimatologicznej. Są to wartości średnie wieloletnie (1961–1990) podstawowych elementów klimatu: temperatury (maksymalna, minimalna, średnia dobowa), opadów i usłonecznienia z 5 stacji z terenu Wielkiej Brytanii oraz kilka zdań tekstu o różnych interesujących wydarzeniach natury meteorologicznej, jakie w przeszłości wystąpiły w danym miesiącu: skrajnie niskiej lub wysokiej temperaturze, silnych wiatrach, intensywnych opadach itp. Na osobną uwagę zasługują fotografie, głównie chmur, ale też i innych zjawisk meteorologicznych, żeby wymienić tylko podwójną tęczę powstałą w pyłe wodnym nad wodospadami Wiktorii.

Urszula Kossowska-Cezak

Morrison P. u, P. *Zehn hoch: Dimensionen zwischen Quarks und Galaxien.* Spektrum der Wissenschaft Verlagsges., Heidelberg 1991; ss. 155, rys.

Książka  $10^n$  (*Zehn hoch*) jest swoistą encyklopedią wymiaru długości  $10^n$  [metr]:  $-16 \leq n \leq 25$ . Podróż po tym wymiarze rozpoczyna się od makroświata – kosmosu, od  $10^{25}$  metra, stopniowo do omówienia obiektów mniejszych,  $10^{24}$ ,  $10^{23}$ ... aż do  $10^{-16}$  metra, a więc aż do supermikrorozmiarów. Z tymi odległościami powiązane są jednostki długości określane przez czas astronomiczny, a więc przedstawiające czas potrzebny na pokonanie drogi z prędkością światła.

Przechodząc teraz do coraz mniejszych rozmiarów znajdujemy w książce pięknie ilustrowane odniesienia do różnych obiektów i elementów makro- i mikroświata, charakterystycznych dla omawianego wymiaru długości. A więc zaczynając od galaktyk, przez układy planetarne dochodzimy do wymiaru Ziemi i jej obiektów geograficznych. Miasta, domy, ludzie, świat zwierząt i roślin i wreszcie świat mikroorganizmów i molekuł to kolejne spotkania czytelnika podróżującego już dalej w mikrokosmos, a więc dyskusje nad molekułami DNA, a dalej już atomy i cząstki elementarne. Opisane jest także spektrum falowe związane z różnymi długościami fal. Ta encyklopedia wydaje się jednak zbyt jednostronna. Mało w niej o ewolucji Wszechświata. Brak odpowiednich elementów encyklopedycznej podróży po wymiarze czasu. Czas, o ile tu występuje, to tylko w sensie miary odległości pokonywanej przez światło. A więc brak dynamiki, czas nie występuje jako miara ewolucyjnych zmian Wszechświata. Książka w tym sensie ma charakter statyczny.

Roman Teisseyre

L a u w e r i e r H. *Fractals. Endlessly repeated geometrical figures.* Princeton University Press, Princeton 1991, ss. 209, rys. 94, fot. 28.

Fraktal jest figurą geometryczną, którą cechuje samopodobieństwo. Jeśli podzielimy taką figurę na  $n$  elementów, to każda z części jest podobna do swego oryginału z uwzględnieniem skali. Termin *fraktal*, od łacińskiego słowa *fractus*, wprowadził matematyk amerykański (urodzony w Warszawie) Benoit M a n d e l b r o t. W swojej książce *The fractal geometry of Nature* Mandelbrot wskazuje, że wiele z obiektów w otaczającym nas świecie wykazuje właściwości samopodobieństwa, a zatem można je opisać za pomocą geometrii fraktalnej. Ten fakt oraz możliwości obliczeniowe, jakie daje nam współczesna technika cyfrowa, sprawiają, że fraktalami zajmują się przedstawiciele wielu dziedzin nauk przyrodniczych i technicznych. Geometria fraktalna otwiera bowiem możliwości ilościowego opisu złożonych struktur, z jakimi mamy do czynienia badając choćby takie obiekty, jak pole zachmurzenia, struktura sieci rzecznej, układ spękań tektonicznych, powierzchnia ziarna mineralnego i wiele innych.

Fraktalami interesują się także informatycy, ponieważ dzięki algorytmom wykorzystującym geometrię fraktalną można tworzyć ciekawą grafikę komputerową, a także generować obrazy do złudzenia przypominające rzeczywisty świat, wykorzystywane w symulatorach i тренаżerach komputerowych.

Dla wielu osób może być interesujące, jak powstają fraktale oraz jaka jest struktura algorytmów służących do ich tworzenia. Ciekawość tę stara się zaspokoić Hans L a u w e r i e r, profesor matematyki w Amsterdam University. Jego książka *Fractals* pierwotnie ukazała się w Holandii w 1987 r., a następnie została przetłumaczona na angielski i wydana w USA w popularnej serii Princeton University Press.

Pierwszy rozdział zawiera podstawowe informacje z dziedziny matematyki, potrzebne jako wprowadzenie do struktury fraktali. Omówiono systemy liczbowe oraz takie pojęcia, jak zbiór Cantora, nieskończoność, graficzna prezentacja liczb.

W rozdziale trzecim omówiono pojęcie *wymiar fraktalny* oraz przytoczono fragmenty prac R i c h a r d s o n a (angielskiego meteorologa), które były inspiracją dla Mandelbrota. Następnie przedstawiono algorytm tworzenia krzywych van Kocha, Minkowskiego, Levy'ego.

Rozdział czwarty poświęcono figurom spiralnym oraz drzewiastym. Pokazany został alorytm tworzenia drzew Pitagorasa i Mandelbrota oraz fraktali w kształcie gwiazdy.

Kolejne rozdziały zawierają transformacje geometryczne (obrót, odbicie, zmiana skali), które są wykorzystywane w tworzeniu figur samopodobnych. Stosuje się także generator liczb losowych, wprowadza-

jąc pewną przypadkowość w strukturze fraktali, upodabniając je do rzeczywistych obiektów przyrodniczych. Omówiono algorytmy fraktali nazwanych imieniem swoich twórców, a więc fraktal Poincarégo, Julia, Mandelbrota.

Ostatni rozdział zawiera praktyczne porady dla tych czytelników, którzy pragną samodzielnie tworzyć fraktale za pomocą mikrokomputera. Opisano komendy graficzne używane w języku Turbo Basic oraz podstawowe wzory odwzorowań geometrycznych tworzących figury samopodobne. W załącznikach podano informacje o liczbach złożonych oraz teksty programów komputerowych tworzących fraktale.

Książka jest interesująco napisana i zadowoli zarówno wytrawnych programistów, jak też osoby początkujące w pisaniu programów komputerowych. Dzięki książce fraktale stają się bardziej zrozumiałe, zdobywamy też wiedzę pozwalającą samodzielnie eksperymentować i tworzyć własne konstrukcje geometryczne. Autorowi udało się połączyć ścisłość matematycznych wywodów z popularnym tekstem, przystępnym każdemu zainteresowanemu czytelnikowi.

Artur Magnuszewski

P e u q u e t D. J., D u a n e F. M. (red.) *Introductory readings in Geography Information Systems*. Taylor & Francis, London 1991; ss. 371, rys. 127, tab. 30.

Systemy geoinformacyjne (GIS) służą do gromadzenia, przetwarzania i analizowania danych przestrzennych. Cechą charakterystyczną danych przestrzennych jest to, że można je opisać za pomocą pewnych atrybutów, a także określić ich położenie w układzie współrzędnych geograficznych. Przez kilka stuleci do prezentacji i analizy danych przestrzennych używano map, będących analogowym sposobem zapisu informacji. Współczesna nauka o środowisku przyrodniczym stawia wciąż nowe problemy badawcze, których rozwiązanie wymaga integracji danych z różnych źródeł, a zwłaszcza wykorzystania map tematycznych. Pomiar kartometryczne są bardzo pracochłonne, a łączenie map nie zawsze możliwe ze względu na różne odwzorowania kartograficzne. Ogromnym ułatwieniem w przetwarzaniu danych przestrzennych jest technika cyfrowa, dzięki której możemy wiele operacji kartometrycznych i analitycznych zautomatyzować. Technika ta w postaci systemów geoinformacyjnych rozpowszechniła się w ostatnich latach i osiągnęła poziom pozwalający zastosować ją w wielu problemach nauk przyrodniczych. W ostatnim okresie jesteśmy świadkami szczególnie dynamicznego rozwoju techniki GIS, co sprawia, że często trudno jest nadążyć z poznawaniem jej możliwości i osiągnięć. Wydawnictwo Taylor & Francis podjęło się zadania przybliżenia zasad i możliwości techniki GIS, publikując zbiór artykułów poświęconych zarówno zagadnieniom teoretycznym, jak i praktycznym systemów geoinformacyjnych.

Pierwsza część książki obejmuje zagadnienia ogólne i definicję systemów GIS. Omówiono takie kwestie, jak różnice pomiędzy techniką GIS a innymi systemami typu LIS (Land Information System) lub CAD (Computer Aided Design). W przekroju historycznym pokazano rozwój technologii GIS, począwszy od lat siedemdziesiątych aż do dzisiejszych systemów mikrokomputerowych. Przedstawiono cechy charakterystyczne danych przestrzennych i wymagania, jakim musi sprostać oprogramowanie GIS, tak by było możliwe wprowadzenie danych, ich obróbka i prezentacja wyników. Nieco miejsca poświęcono także operacjom poszukiwania relacyjnej bazy danych oraz omówieniu potencjalnych dziedzin zastosowania techniki GIS.

Druga część książki przedstawia opis najczęściej używanych programów GIS, jak również konkretne przykłady ich zastosowań. Najczęściej są stosowane dwie metody prezentacji i przetwarzania danych przestrzennych, czyli zapis wektorowy oraz rastrowy. Do pierwszej grupy należy program Arc/Info; został on dość dokładnie przedstawiony. Jako przykład programu pracującego w zapisie rastrowym przedstawiono pakiet MAGI, opracowany dla stanu Maryland w USA. Wspomniano także o programach wykorzystujących inne typy danych, używanych np. do kodowania informacji w obszarach miejskich. Na końcu rozdziału zamieszczono artykuły opisujące konkretne zastosowania systemów GIS do takich zagadnień, jak lokalizacja osiedli mieszkaniowych w okolicy Chicago, poszukiwanie obszarów złotonośnych w Nowej Szkocji, prawidłowa gospodarka przestrzenna w strefie zagrożeń ekologicznych. Ostatni artykuł jest swojego rodzaju prognozą kierunku rozwoju systemów GIS, które zostaną rozbudowane o systemy ekspertowe.

Trzecia część książki ma charakter bardziej techniczny, poruszono w niej problemy związane z wprowadzeniem danych przestrzennych i zamianą danych analogowych na cyfrowe. Omówiono metodę polegającą na cyfrowaniu danych za pomocą digitizera oraz wczytywaniu obrazu przez skaner. Wymieniono źródła danych rastrowych i wektorowych zapisanych w postaci cyfrowej.

Ważnym problemem w technice GIS jest sposób zapisu danych i algorytmy służące do analizy; zagadnienia te przedstawiono w czwartej części monografii. Omówiono format i sposób kodowania danych przestrzennych oraz takie aspekty, jak aktualność i dokładność danych w systemie cyfrowym.

Część piątą poświęcono sprawie oceny przydatności systemów GIS w rozwiązywaniu zagadnień naukowych. Podkreślono, że system GIS powinien być projektowany z myślą o rozwiązaniu konkretnej klasy problemów badawczych, a także wskazano na jego pomocniczą rolę w ostatecznym wnioskowaniu i podejmowaniu decyzji. Nieco miejsca poświęcono także prawnym aspektom udostępniania danych, bowiem ich rozpowszechnienie może mieć niekiedy poważne konsekwencje społeczne.

Prezentowana książka jest ciekawą pozycją, która zainteresuje zarówno osoby zajmujące się zawodowo tematyką GIS, jak też tych, którzy jedynie pobieżnie chcą zapoznać się z możliwościami nowej technologii. Zamieszczone w monografii materiały zostały dobrze dobrane, równomiernie akcentujące problematykę techniczną, naukową oraz organizacyjną systemów GIS. Niektóre z materiałów były już wcześniej publikowane w innych monografiach lub czasopismach, poruszane w nich zagadnienia pozostają jednak nadal aktualne. Książkę można polecić jako ciekawą lekturę dla obecnych, jak też przyszłych użytkowników systemów GIS.

*Artur Magnuszewski*

H u b a c h e r E. *DOS Befehle kurz erklärt*. M+K Computer Verlag AG, Luzern 1992; ss. 72.

W pracy z komputerem klasy IBM-PC spotykamy się z systemem operacyjnym DOS (*Disk Operating System*). Konieczność użycia jego poleceń pojawia się na każdym poziomie wtajemniczenia, stosujemy DOS jako początkujący i zaawansowani użytkownicy mikrokomputerów. By ułatwić nam pracę, dwa szwajcarskie czasopisma komputerowe – *M+K Computer* i *Computer Markt* wydały przewodnik po systemie DOS.

Na wstępie omówiono przyjętą w książce symbolikę, zamieszczono tablicę kodów ASCII, nazwy urządzeń logicznych, przedstawiono działanie klawiszy funkcyjnych. Do zagadnień wstępnych należy także struktura plików wsadowych, które pozwalają np. w sposób zautomatyzowany ustalić parametry transmisji danych, przenieść sterowanie i wybrać rodzaj pracy.

W dalszej części przewodnika omówiono w układzie alfabetycznym polecenia DOS. Podano wersję systemu operacyjnego, jakiej dotyczy polecenie, czy jest ono wewnętrzne czy też zewnętrzne, a następnie – jaka jest jego składnia. Cytowane są także przykłady, wraz z objaśniającym komentarzem. Przedstawiono polecenia należące do wszystkich wersji DOS, w tym także najnowszej 5.0. W przypadku trudniejszych poleceń (np. Debug) autor odsyła do źródłowych materiałów. W sumie przedstawiono 78 komend, zarówno stosowanych powszechnie, jak i bardziej specjalizowanych.

Książka została wydana w kieszonkowym formacie, na sztywnym kartonowym papierze, zszyta tak, aby ułatwić przekładanie stron. Można ją polecić jako podręczny słownik DOS do codziennego użytku, po który łatwo sięgnąć, gdy mamy wątpliwości lub zawodzi nas pamięć.

*Artur Magnuszewski*

M a t h e r P. M. *Computer applications in geography*. John Wiley & Sons, Chichester 1991; ss. 257, rys. 65, fot. 17, tab. 17

Pojawienie się komputerów spowodowało rewolucję w wielu dziedzinach nauki, nie wyłączając geografii. Powstały nowe kierunki badań, w których zaczęto szeroko stosować metody ilościowe. Dla stu-

dentów geografii komputery są niekiedy czymś nowym, pojawia się zatem konieczność przekazania im podstaw informatyki i jej zastosowań w badaniach naukowych. Podręczników o komputerach jest na rynku księgarskim pod dostatkiem, jednak niewiele jest pozycji poświęconych konkretnym dziedzinom. Profesor M. M a t h e r jest znany polskiemu czytelnikowi jako autor wydanej przez PWN książki *Komputery w geografii*. Od tamtych czasów w rozwoju komputerów upłynęły dwie epoki, które sprawiły, że komputery stały się powszechnie dostępne i nastąpił ogromny postęp w oprogramowaniu. Nowa książka Mathera jest w pełni aktualnym podręcznikiem akademickim, którego celem jest przybliżenie studentom geografii korzyści płynących z zastosowania cyfrowej techniki obliczeniowej.

Pierwszy rozdział jest wprowadzeniem do zagadnień techniki cyfrowej. Przedstawiono podstawowe informacje o systemach liczbowych, organizacji pamięci komputera, językach programowania, systemach operacyjnych, urządzeniach wejścia/wyjścia. Autor roztacza także przed nami wizję komputerów piątej generacji, programów ekspertowych i przetwarzania danych w komputerach połączonych w sieci.

Drugi rozdział zawiera rozważania nad specyfiką danych geograficznych. Pokazano stosowane metody kwantyfikacji danych w różnych skalach ilościowych. Omówiono strukturę danych geograficznych w zapisie rastrowym i wektorowym.

Naturalnym przejściem od zapisu danych w systemie cyfrowym jest ich przetwarzanie, np. za pomocą modeli statystycznych. W rozdziale trzecim autor omawia popularny program statystyczny SPSS, pokazując na przykładowym zbiorze danych (zamieszczonym w załączniku), jak wykonać obliczenia i jak prawidłowo zapisać komendy sterujące programem. Ten rozdział może być nieco mniej interesujący dla kogoś, kto nie korzysta z programu SPSS, jednak jego zaletą jest szczegółowe omówienie stosowanych modeli, takich jak analiza skupień (*cluster analysis*), testy statystyczne, równania regresji, analiza trendu.

Ważnym narzędziem w prezentacji danych przestrzennych jest kartografia komputerowa. Dziedzina ta rozwija się intensywnie, ponieważ ułatwia redakcję oraz produkcję map. W rozdziale czwartym omówiono urządzenia do wprowadzania danych kartograficznych oraz do wydruku map. Na etapie redakcji map jest potrzebne odpowiednie oprogramowanie; w książce omówiono dwa klasyczne już programy SYMAP i GIMMS, używane w Wielkiej Brytanii.

W ostatnich latach podstawowym narzędziem w interpretacji obrazów satelitarnych stał się komputer, jego znaczenie w teledetekcji przedstawia kolejny rozdział. Na wstępie omówiono podstawowe pojęcia związane z obrazami satelitarnymi i cyfrowym przetwarzaniem obrazów. Następnie zostały pokazane kolejne etapy obróbki obrazu satelitarnego, takie jak korekcja geometryczna, poprawa kontrastu, filtrowanie, klasyfikacja.

Wśród metod badań geograficznych coraz większego znaczenia nabierają modele matematyczne procesów oraz wykonywane na nich eksperymenty obliczeniowe, tzw. symulacje. Jako przykłady zagadnień, które można badać za pomocą symulacji komputerowych, pokazano model rozwoju sieci rzecznej, zagadnienie optymalizacji ruchu drogowego, prognozowanie sekwencji typów pogody na podstawie szeregów czasowych, przewidywanie wzrostu liczby ludności, modelowanie cyklu hydrologicznego.

Na zakończenie autor przedstawił podstawowe wiadomości o geograficznych systemach informacyjnych (GIS). Wspomniał o sposobach wczytywania danych do systemu i sposobach ich redagowania i weryfikowania. Do najważniejszych funkcji GIS należy przetwarzanie danych przestrzennych oraz prezentacja wyników. W syntetyczny sposób przedstawiono możliwości wykorzystania technologii GIS w różnych dziedzinach nauk geograficznych.

Książka została starannie przygotowana i zawiera szeroki przegląd zastosowań komputerów w geografii. Zawarty w niej materiał zainteresuje wszystkich, którzy stosują metody ilościowe w badaniach przestrzennych procesów przyrodniczych. Autor opisał nie tylko sprzęt i oprogramowanie, lecz także dał podstawy pewnych metod i modeli matematycznych, co jest istotne dla dydaktycznej funkcji podręcznika.

Artur Magnuszewski

F i s c h e r P. *Das kleine PC-Lexikon*. M+K Computer Verlag AG, Luzern 1992; ss. 232.

W dzisiejszych czasach informatyka wkracza do każdej dziedziny naszego życia. Język informatyki jest jednak bardziej przeszkodą niż pomocą w zrozumieniu tej dyscypliny techniki. Wciąż pojawiają się

nowe terminy i skróty, których opanowanie jest możliwe tylko ze słownikiem. Przykładem takiego małego słownika jest wydany w Szwajcarii *Das kleine PC-Lexikon*. Słownik zawiera 1200 terminów, które wybrano z literatury i czasopism fachowych poświęconych mikrokomputerom. Większość terminów pochodzi z języka angielskiego, autor podjął jednak trud przetłumaczenia wybranych terminów na język niemiecki, z czym miał podobne trudności jak polscy informatycy. Książeczka dotyczy głównie systemu operacyjnego DOS, który jest właściwy komputerom osobistym firmy IBM, choć znajdziemy także terminy typowe dla komputera Apple. Zakres tematyczny leksykonu jest dość obszerny, ponieważ obejmuje zarówno terminy związane ze sprzętem komputerowym, jak też oprogramowaniem należącym do takich dziedzin, jak CAD (projektowanie komputerowe), DTP (skład tekstu), OCR (rozpoznawanie tekstu), MIDI (synteza dźwięków), telekomunikacja. Nie zabrakło również podstawowych wiadomości z zakresu języków programowania, omówiono najważniejsze deklaracje i instrukcje. W leksykonie znajdziemy informacje o znaczeniu historycznym, nazwy pierwszych komputerów oraz terminy nieformalne, np. *big blue* (inaczej IBM), *bug* (błąd) itp. Hasła w leksykonie są wyróżnione pogrubionym drukiem, podano ich krótkie tłumaczenie lub objaśnienie, a następnie odsyłacze do terminów bliskoznacznych.

Leksykon jest poręcznym źródłem informacji o technice komputerowej, przydatnym zarówno przeciętnemu użytkownikowi, jak też specjalistom. Liczba haseł i ich dobór są dość wyczerpujące, obejmujące wiele dyscyplin współczesnej informatyki.

*Artur Magnuszewski*

## WSPOMNIENIA POŚMIERTNE

MAREK GREGORCZUK  
(1938–1992)

Marek Gregorczyk urodził się 3 I 1938 r. w Białymstoku. W 1961 r. ukończył Wydział Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Wrocławskiego (kierunek geografia) uzyskując specjalizację meteorologa i klimatologa. W 1967 r. otrzymał stopień doktora w dziedzinie nauk przyrodniczych w Instytucie Biologii Stosowanej Wyższej Szkoły Rolniczej we Wrocławiu za pracę *Analiza warunków bioklimatycznych Polski w latach 1958–1963 w świetle ważniejszych wskaźników kompleksowych*. Praca habilitacyjna pt. *Bioklimat Polski na tle warunków bioklimatycznych kuli ziemskiej* powstała również w Instytucie Biologii Stosowanej WSR we Wrocławiu. Były to pierwsze prace w dziedzinie polskiej bioklimatologii i zostały uhonorowane nagrodą Rektora Wyższej Szkoły Rolniczej we Wrocławiu w 1970 r.



Od 1970 r. Marek Gregorczyk pracował w Zakładzie Ochrony Środowiska Terenów Przemysłowych Polskiej Akademii Nauk w Zabrze, przekształconym w 1975 r. w Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze, a następnie od 1982 r. w Instytucie Ochrony Środowiska w Katowicach (Obecny Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowanych). Głównym zainteresowaniem Marka Gregorczyka stały się wówczas zagadnienia bioklimatologii stosowanej w odniesieniu do regionów przemysłowych, bilanse promieniowania i bilans cieplny konurbacji katowickiej, a także zagadnienia ciepła ze sztucznych źródeł.

Pracę naukową łączył z działalnością dydaktyczną w Politechnice Częstochowskiej, której pracownikiem był od 1985 r., a od 1991 r. profesorem nadzwyczajnym tej uczelni. Profesor Marek Gregorczyk był współautorem monografii *Zarys bioklimatologii kuli ziemskiej* oraz *Materiały do klimatologii Polski*. Był także autorem i współautorem ok. 100 artykułów, prac popularnonaukowych, skryptów dla studentów oraz promotorem kilku prac doktorskich. Oprócz nagród za pracę doktorską i habilitacyjną otrzymał w 1973 r. nagrodę Sekretarza Naukowego PAN oraz w 1975 r. Złoty Krzyż Zasługi.

Był współzałożycielem Polskiej Partii Zielonych w regionie Śląsko-Dąbrowskim, a następnie członkiem Zarządu Regionu PPZ. Na wyróżnienie zasługuje szeroki zakres prac prof. Gregorczyka, który przystosował badania bioklimatyczne do potrzeb

wielu dziedzin życia, a szczególnie do rolnictwa, budownictwa, przemysłu odzieżowego, higieny pracy i lecznictwa uzdrowiskowego. Jego praca habilitacyjna była bodajże pierwszą w skali światowej próbą kompleksowej charakterystyki bioklimatycznej całej kuli ziemskiej, dającą podstawę do opracowania jej rejonizacji bioklimatycznej. Był jednym z wybitniejszych bioklimatologów polskich i liczącym się bioklimatologiem w świecie.

Zmarł 14 XI 1992 r. w Katowicach. Cześć Jego pamięci!

*Apoloniusz Sztyler*

DZIAŁALNOŚĆ POLSKIEGO TOWARZYSTWA GEOFIZYCZNEGO  
W ROKU 1992

**INFORMACJE OGÓLNE.** Według stanu na dzień 31 XII 1992 r. Towarzystwo liczyło 436 członków, w tym 19 członków honorowych.

W 1992 r. upłynęła 4-letnia kadencja władz Towarzystwa. Na Walnym Zgromadzeniu Delegatów Towarzystwa w dniu 23 IX 1992 r. został wybrany nowy skład Zarządu Głównego i Głównej Komisji Rewizyjnej.

**Zarząd Główny:** prezydium – doc. dr Alfred D u b i c k i – prezes, prof. dr hab. Jerzy J a w o r s k i – wiceprezes, doc. dr Halina L o r e n c – wiceprezes, doc. dr inż. Włodzimierz M e y e r – sekretarz generalny, dr Jerzy S z k u t n i c k i – skarbnik, dr hab. Bogusław K a s z e w s k i – członek prezydium, prof. dr hab. Kazimierz K ł y s i k – członek prezydium; członkowie Zarządu Głównego – dr Urszula K o s s o w s k a - C e z a k, doc. dr Stanisław M i c h n o w s k i, prof. dr hab. Tadeusz N i e d ź w i e d ź.

**Główna Komisja Rewizyjna:** dr Janusz P o d o g r o c k i – przewodniczący, mgr Magdalena B o g u c k a, dr Danuta L i m a n ó w k a, dr Jerzy P y k a, prof. dr hab. Jerzy P u n z e t.

**Organ Towarzystwa:** kwartalnik *Przegląd Geofizyczny*. Redaktor naczelny – prof. dr hab. inż. Zdzisław M i k u l s k i, przewodniczący rady redakcyjnej – prof. dr hab. inż. Zdzisław K a c z m a r e k.

Oddziały terenowe Towarzystwa<sup>1</sup>: Bałtycki (mgr inż. Zbigniew D z i a d z i u s z k o), Katowicki (dr Andrzej K r u c z a ł a), Krakowski (doc. dr Włodzimierz S u r y j a k), Lubelski (dr hab. Bogusław K a s z e w s k i), Łódzki (prof. dr hab. Krzysztof K o ź u c h o w s k i), Pomorski (dr Kazimierz M a r c i n i a k), Poznański (dr Jerzy J a n c z a k), Śląski (doc. dr hab. Andrzej E w e r t), Warszawski (doc. dr Halina L o r e n c), Wrocławski (doc. dr Laura R a d c z u k).

Ponadto w dwóch oddziałach działały sekcje specjalistyczne: w Oddziale Warszawskim Sekcja Fizyki Litosfery i Przestrzeni Okołoziemskiej (doc. dr hab. S. M i c h n o w s k i), w Oddziale Wrocławskim – Sekcja Meteorologii (dr Z. K a r p i ń s k a) i Sekcja Hydrologii (dr W. C z a m a r a).

**DZIAŁALNOŚĆ MERYTORYCZNA.** Towarzystwo kontynuowało i rozwijało prowadzoną wzorem lat ubiegłych działalność naukową i popularyzatorską przez wykonywanie prac i ekspertyz naukowych, organizowanie posiedzeń i sesji naukowych, wygłaszanie odczytów i pogadań popularnonaukowych, współudział w organizacji branżowych konferencji naukowych, wydawanie własnego kwartalnika *Przegląd Geofizyczny*. Łącznie na blisko 20 posiedzeniach i seminariach naukowych organizowanych przez Zarząd Główny i oddziały Towarzystwa wygłoszono ponad 20 referatów. Kontynuowano wznowioną w 1989 r. działalność gospodarczą, obejmującą wykonywanie przez Towarzystwo, jako udziałowca spółki GEOMET, opracowań i ekspertyz naukowych na zamówienie jednostek naukowych i gospodarczych. W 1992 r. wykonano łącznie 11 opracowań i ekspertyz. Problematyka naukowa dominująca w pracach Towarzystwa, oprócz podstawowych dziedzin hydrologii, meteorologii i fizyki atmosfery, obejmowała aktualne zagadnienia oddziaływania procesów zachodzących w hydrosferze i atmosferze na środowisko przyrodnicze. Mimo trudności gospodarczych dokładano starań w celu podtrzymania kontaktów z ośrodkami i pracownikami naukowymi za granicą; m.in. Towarzystwo gościło prof. G. I. S w a n i d z e z Tbilisi, któremu wręczono przyznany uprzednio dyplom członka honorowego Towarzystwa.

<sup>1</sup> W nawiasach podano nazwisko przewodniczącego oddziału.

**DZIAŁALNOŚĆ WYDAWNICZA** ogranicza się tylko do wydawania *Przeglądu Geofizycznego*. Wciąż jeszcze występują trudności w regularnym ukazywaniu się kwartalnika. W 1992 r. wydano zaległy zeszyt 4 z 1991 r. oraz podwójny zeszyt 1-2 z 1992 r. Ze względu na zaistniałe opóźnienie zdecydowano wydanie również podwójnego zeszytu 3-4 z 1992 r. Przewidujemy nadrobienie zaległości do końca 1993 r., oczywiście w przypadku otrzymania dofinansowania przez Komitet Badań Naukowych oraz Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. W 1992 r. po raz pierwszy zamieściliśmy płatne ogłoszenie; daje to również niewielkie wsparcie finansowe. W wydanych w roku sprawozdawczym zeszytach opublikowaliśmy ogółem 16 artykułów, 10 notatek kronikarskich i ok. 50 recenzji wydawniczych.

**INNE.** W dniu 23 IX 1992 r. odbyło się Walne Zgromadzenie Delegatów Towarzystwa. Zgromadzenie dokonało oceny działalności ustępującego Zarządu i zdecydowało jednomyślnie udzielić absolutorium ustępującemu Zarządowi. Zgromadzenie podjęło szereg uchwał, spośród których należy podkreślić uchwałę o nadaniu tytułu członka honorowego PTGeof. wybitnym przedstawicielom nauk geofizycznych i działaczom Towarzystwa. Tytuł członka honorowego otrzymali: doc. dr J. M i c h a l c z e w s k i, prof. dr hab. inż. Z. M i k u l s k i, prof. dr A. S z p i n d o r, prof. dr hab. inż. J. P u n z e t, mgr L. K ü h n. Walne Zgromadzenie przyjęło także projekt nowego statutu Towarzystwa<sup>2</sup>.

Towarzystwo uczestniczyło czynnie w organizacji, wspólnie z oddziałami Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Światowego Dnia Meteorologii. Na organizowanych uroczystych posiedzeniach członkowie Towarzystwa wygłaszali referaty naukowe.

Rozwijano współpracę z innymi organizacjami i towarzystwami naukowymi w kraju, organizując wspólne posiedzenia, zwiedzanie laboratoriów, stacji doświadczalnych i in. Podejmowano działalność popularyzatorską przez wygłaszanie pogadarek, udzielanie wywiadów i publikację popularnych artykułów na tematy hydrologii, meteorologii i ochrony środowiska.

Kontynuowano rozpoczęte w ubiegłych latach prace nad gromadzeniem i opracowaniem haseł do słownika meteorologicznego. Mimo rysujących się trudności wydawniczych, związanych z ogólną recesją gospodarczą kraju, prace redakcyjne były kontynuowane.

Oddział Warszawski wspólnie z Warszawskim Towarzystwem Kolekcjonerów organizował w gmachu IMGW okolicznościowe wystawy. Wzorem lat ubiegłych Oddział Towarzystwa w Warszawie opiekował się grobami zasłużonego geofizyka Henryka A r c t o w s k i e g o i klimatologa Romualda M e r e c k i e g o .

W 1992 r. zmarł prof. Stanisław Z y c h , wybitny klimatolog, członek założyciel, wieloletni prezes, sekretarz i członek Zarządu Głównego, członek honorowy Towarzystwa<sup>3</sup>.

Włodzimierz Meyer

## NOWE WŁADZE TOWARZYSTWA NAUKOWEGO WARSZAWSKIEGO

Przed dwoma laty donieśliśmy po raz pierwszy o działalności Towarzystwa Naukowego Warszawskiego (TNW) w zakresie nauk o Ziemi<sup>4</sup>. Obecnie informujemy o jego dalszej działalności i zmianach w zarządzie, jakie nastąpiły w 1992 r.

Na ogólnym zebraniu administracyjnym (15 III 1991 r.) przyjęto m.in. nowych członków. Z dziedziny nauk o Ziemi (Wydział III nauk matematycznych i fizycznych) członkiem zwyczajnym TNW został prof. Jerzy J a n k o w s k i, dyrektor Instytutu Geofizyki PAN, sekretarz Wydziału VII Nauk o Ziemi i Nauk Górniczych PAN.

Na zebraniu naukowym Wydziału III TNW (19 III) prof. Zdzisław M i k u l s k i wygłosił referat *Bilans wodny Morza Bałtyckiego*. Ponadto na zebraniu Wydziału IV nauk biologicznych prof. Stanisław R a k u s a - S u s z c z e w s k i omówił *Naukowe, polityczne i ekonomiczne aspekty polskiej aktywności w Antarktyce* (17 XI). Na zebraniu Wydziału III (18 VI) rozpatrzono kandydatury do nagrody

<sup>2</sup> Pełny tekst sprawozdania z Walnego Zgromadzenia został zamieszczony w Przeglądzie Geofizycznym, 1993, z. 1.

<sup>3</sup> Wspomnienie pośmiertne o prof. Stanisławie Zychu zostało zamieszczone w Przeglądzie Geofizycznym, 1992, z. 3-4.

<sup>4</sup> Przegląd Geofizyczny, 1991, z. 2.

„Praemium triennale” Towarzystwa. Zgłoszono kandydaturę prof. Bohdana P a c z y ń s k i e g o (Centrum Astronomiczne PAN im. Mikołaja Kopernika; obecnie Wydział Nauk Astrofizycznych Uniwersytetu w Princeton, USA). Kandydatury nowych członków i laureatów zatwierdzono na jesiennym zebraniu TNW (25 XI 1991 r.).

Na ogólnym zebraniu sprawozdawczo-wyborczym (8 II 1992 r.) wręczono uroczystie nowe dyplomy członkowskie i wyróżnienia naukowe. Przyjęto sprawozdanie z działalności Towarzystwa w 1991 r. oraz dokonano wyboru nowych władz. Prezesem TNW został prof. Bolesław G ó r n i c k i, dotychczasowy wiceprezes, wiceprezesem prof. Tadeusz D z i e r ż y k r a j - R o g a l s k i, sekretarzem generalnym prof. Jerzy D o b r z y c k i, zastępcą prof. Paulina B u c h w a l d - P e l c o w a, skarbnikiem prof. Zdzisław M a r c i n i a k, zastępcą prof. Wiesław Ż e l a z k o. Ponadto z dniem 1 VI 1992 r. dokonano zmiany na stanowisku przewodniczącego Komisji Wydawnictw; nowym przewodniczącym został prof. Zdzisław M i k u l s k i, przejmując zarazem funkcję redaktora naczelnego *Rocznika TNW*.

W ramach zebrań naukowych w 1992 r. w interesujących nas dziedzinach wygłoszono następujące referaty: *Zmiany klimatu i ich skutki ekologiczne na kontynencie europejskim* – prof. Alicja B r e y - m e y e r (17 III), *Z historii procesów stochastycznych* – prof. Jerzy Z a b c z y k (24 III), *Szkolnictwo wyższe, stowarzyszenia naukowe oraz organizacja badań w RFN* – prof. Zbigniew C i o k (14 V). Odbyło się także plenarne posiedzenie Towarzystwa z udziałem ministra Edukacji Narodowej prof. Zdobysława F l i s o w s k i e g o (członka TNW – Wydz. VI). Przedmiotem dyskusji były założenia polityki naukowej, niezbędnej dla zapewnienia rozwoju nauki i szkolnictwa wyższego.

W 1992 r. ukazały się zaległe *Roczniki TNW*: podwójny LI (1988) i LII (1989) oraz LIII (1990); w druku jest rocznik LIV (1991). W rocznikach tych zamieszczono m.in. aktualne wykazy członków, a w roczniku LIV (1991) nawet wykaz wszystkich członków Wydziału III od początku istnienia TNW (1907 r.); opublikowano także wspomnienia pośmiertne, m.in. Stefana Zbigniewa R ó ż y c k i e g o i Jerzego Teodora O s t r o m ę c k i e g o. Roczniki są do nabycia w siedzibie TNW w Warszawie (ul. Nowy Świat 72 – Pałac Staszica, pok. 6, parter). O interesujących nas wydarzeniach w działalności TNW postaramy się informować na bieżąco.

*Zdzisław Mikulski*

