

Adam DĄBROWSKI¹

Warszawa

**ZAPOMNIANE OBSERWATORIUM MAGNETYCZNE
W SOBIĘCINIE POD WAŁBRZYCHEM**

**FORGOTTEN MAGNETIC OBSERVATORY
IN SOBIĘCIN NEAR WAŁBRZYCH**

Po 1945 r. na byłych ziemiach niemieckich włączonych do Polski działały ekipy rewindykacyjne, których celem było wyszukiwanie dokumentów dotyczących tak terenów polskich sprzed 1939 r., jak i przyłączonych po II wojnie światowej. Jedną z takich ekip poszukiwała materiałów geologicznych i geofizycznych. Materiały geologiczne były przekazywane do Wydziału Map i Rękopisów, natomiast geofizyczne do Wydziału Geofizyki Stosowanej Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie (PIG). Po reorganizacji i przekształceniu w dniu 1 I 1953 r. PIG w Instytut Geologiczny wszystkie te dokumenty znalazły się w Zakładzie Dokumentacji Geologicznej IG. Między innymi, w wyniku akcji rewindykacyjnej znaleziono w Bibliotece Szkoły Górniczej w Wałbrzychu (Bergschule zu Waldenburg in Schlesien) fragmenty materiałów dotyczących obserwatorium Magnetycznego w Sobieńcinie pod Wałbrzychem (Hermsdorf bei Waldenburg).

Obserwatorium to działało od 10 XII 1898 r. do 1 XI 1929 r. Było ono wyposażone w deklinatorium z automatyczną rejestracją, które przez 24 godziny na dobę rejestrowało zmiany wartości deklinacji magnetycznej. Zachowały się dzienniczki pracy z lat 1901–1915, z których wynika, że codziennie o godzinie 8 rano zmieniano taśmy z zarejestrowanymi krzywymi zmian dziennych deklinacji magnetycznej. Taśmy z krzywymi zmian dziennych wysyłano pod 12–16 adresów. Są także dzienniczki z wynikami określeń stałych deklinatorium w okresie od 30 XI

¹Autor jest emerytowanym pracownikiem Państwowego Instytutu Geologicznego.

1899 r. do 1 XI 1929 r., a także ze zmianami dziennymi deklinacji zapisanymi w formie wartości z każdej pełnej godziny z lat 1912–1929. Obserwatorium w Sobięcinie zamknięto 1 XI 1929 r.

Sądząc z tego, że rejestrowano tam tylko wartości deklinacji oraz ze względu na bliskość Wałbrzyskiego Zagłębia Węglowego, można przypuszczać, że wyniki pracy obserwatorium służyły górniczej służbie mierniczej, która w owym czasie posługiwała się instrumentami pomiarowymi o orientacji magnetycznej. Być może, że 12–16 taśm z krzywymi zmian dziennych deklinacji trafiało do poszczególnych kopalni Wałbrzyskiego Zagłębia Węglowego. Obserwatorium zlikwidowano – można przypuszczać – na skutek elektryfikacji pobliskiej linii kolejowej, co spowodowało zakłócenia uniemożliwiające rejestrację zmian deklinacji.

Opierając się na wykazach wartości deklinacji z każdej pełnej godziny z lat 1912–1929 określono średnie wartości roczne tego elementu magnetycznego. Należy zauważyć, że dane z niektórych dni są opatrzone uwagą: wartości interpolowane na podstawie krzywych z Mikołowa (Górny Śląsk) bądź Bochum (Zagłębie Ruhry), w dwóch zaś przypadkach z Bytomia (Górny Śląsk) i Poczdamu. Wydaje się to nie mieć istotnego wpływu na średnie wartości roczne. Natomiast w roku 1924 w marcu, kwietniu, maju i czerwcu zmiany okresowe o charakterze burz magnetycznych były tak intensywne, że zarejestrowane krzywe nie nadawały się do określenia cogodzinnych wartości deklinacji. Tak więc średnia roczna wartość deklinacji w roku 1924 została obliczona na podstawie danych z 8 miesięcy, co obniża jej dokładność.

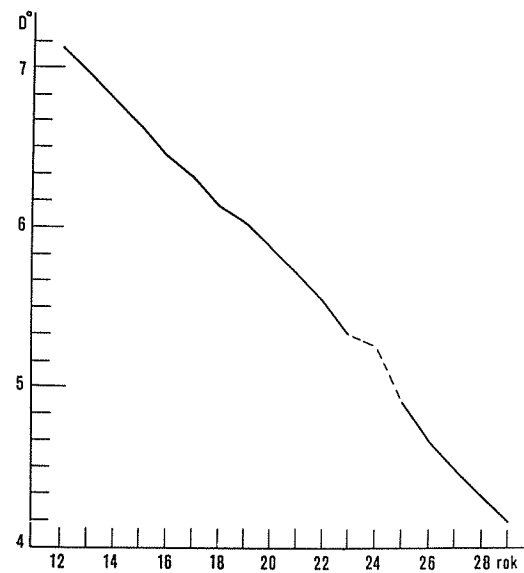
Wyniki obliczeń:

Sobięcin pod Wałbrzychem, $\varphi = 50^{\circ}45',3$; $\lambda = 16^{\circ}22',5$

Rok	Deklinacja (średnia roczna)	Rok	Deklinacja (średnia roczna)
1912	+7°06',95	1921	+5°42',85
1913	+6°58',24	1922	+5°32',13
1914	+6°47',96	1923	+5°19',20
1915	+6°37',83	1924	+5°14',07
1916	+6°26',17	1925	+4°54',24
1917	+6°19',72	1926	+4°39',64
1918	+6°07',65	1927	+4°29',29
1919	+6°01',76	1928	+4°19',54
1920	+5°52',78	1929	+4°10',84

Sporządzono także wykres, gdzie na osi odciętych podano lata, a na osi rzędnych średnie roczne wartości deklinacji w stopniach (rys. 1).

Z zestawień tych wynika, że w latach 1912–1929 średnia roczna wartość deklinacji w Sobięcinie malała systematycznie od +7°06',95 do +4°10',85, bez wyraźnych wtórnych wahań (poniżej 3'), nie licząc roku 1924 o mniejszej dokładności danych wyjściowych.



Rys. 1

Niniejsze opracowanie świadczy o tym, że nawet fragmentaryczne dane archiwalne mogą dostarczyć interesujących informacji o zmianach długookresowych ziemskiego pola magnetycznego.

Maszynopis wpłynął do redakcji 27 VI 1994 r.

Summary

The note contains information about former German magnetic observatory, working in the coal basin near Wałbrzych at Lower Silesia in 1898–1929. The results of observations probably have been used by mining service. The results have cognitive value for the persons, who are engaged in changes of magnetic declination.

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

Henryk T. MITOSEK

Instytut Geofizyki PAN – Warszawa

ODZWIERCIEDLENIE WAHAŃ KLIMATU W CIĄGACH MIESIĘCZNYCH WYSOKOŚCI OPADU W POLSCE I JEJ OKOLICACH – PODEJŚCIE STATYSTYCZNE

REFLECTION OF CLIMATE VARIABILITY WITHIN THE MONTHLY TIME SERIES OF PRECIPITATION DEPTH IN POLAND AND ITS VICINITY – A STATISTICAL APPROACH

W pracy kontynuujemy zagadnienie wahań i zmian klimatu (Mitosek, 1992a, 1992b, 1992c, 1994a, 1994b) rozważając problem odzwierciedlania się wahań klimatu w długich ciągach miesięcznych i rocznych wysokości opadów, które wystąpiły w Polsce i krajach ościennych.

Celem pracy jest poszerzenie wiedzy o zmienności procesu miesięcznych i rocznych wysokości opadów, które wystąpiły w Polsce i jej okolicach. Podstawę empiryczną badania stanowiło 9 długich ciągów miesięcznych wysokości opadu. Ich spis, który zawiera nazwę stacji/kraju, szerokość (φ) i długość (λ) geograficzną, wysokość nad poziomem morza (H) oraz okres i liczbę lat (T) obserwacji, zawarto w tab. 1. Średnia długość rozpatrywanych ciągów wynosi 118,9 lat.

Niestety, nie mając stosownej informacji o historii stacji, nie możemy nic powiedzieć o jakości rozważanych ciągów danych. W związku z tym nie pozostaje nic innego jak założenie, że ewentualne wnioski nie będą zbyt obciążone jakąkolwiek niejednorodnością, jeśli by taka występowała.

Przyjęta procedura badawcza (Mitosek, 1994b) ma za zadanie detekcję domniemanych zmian, których stwierdzenie w którymś z rozważanych ciągów wysokości opadu może prowadzić do zanegowania stacjonarności. W tym celu postuluje się zastosowanie następujących nieparametrycznych testów statystycznych:

Tabela 1. Zestawienie użytych ciągów obserwacyjnych

Table 1. List of the used data

Lp. No.	Stacja/Kraj Station/State	φ °N	λ °E	H [m]	Okres obserwacji Period of observation	T [lata] [years]
1	Kraków/Polska	50,0°N	20,0°E	206	1876–1990	115
2	Poznań/Polska	54,4°N	16,8°E	86	1848–1990	143
3	Puławy/Polska	51,4°N	22,0°E	142	1919–1990	72
4	Warszawa/Polska	52,2°N	21,0°E	107	1813–1990	178
5	Wrocław/Polska	51,1°N	17,0°E	119	1881–1990	110
6	Poczdami/Niemcy	52,4°N	13,1°E	85	1921–1988	68
7	Budapeszt/Węgry	47,5°N	19,0°E	130	1841–1988	148
8	Wiedeń/Austria	48,2°N	16,4°E	212	1851–1988	138
9	Sonnblick/Austria	47,1°N	13,0°E	3107	1891–1988	98

- test serii (Fisz, 1969),
- test Kendalla-Manna (Mann, 1945; Sneyers, 1975),
- test Lombarda (Lombard, 1988; Mitosek, 1994a),
- Test Pettitta (Pettitt, 1979; Mitosek, 1994b).

Wszystkie badania testowe prowadzono przy 5% poziomie istotności.

Przyjęto hipotezę (Mitosek, 1984), że procesy opadu w postaci jego wysokości miesięcznych są periodycznymi procesami losowymi o rocznym elemencie cyklu, czyli 12-wymiarowymi zmiennymi losowymi, które w jednoimiennych miesiącach mają identyczne momenty do drugiego rzędu włącznie. Podobne założenie przyjmujemy w odniesieniu do wartości wysokości rocznych, czyli do jednowymiarowej zmiennej losowej. W każdym przypadku odnosi się to domniemanie do tożsamości odpowiednich wartości średnich i wariancji.

Kolejne zmienne losowe tworzące proces miesięcznych wysokości opadu w jednoimiennym miesiącu są oddalone od siebie o jeden rok. Natomiast w przypadku rocznych wysokości opadu ta „odległość” jest krótsza od roku. Sumowane dobowe wysokości opadu zawarte w kolejnych rocznych wysokościach opadu mogą być w skrajnym przypadku oddalone od siebie jedynie o dobę.

W tabeli 2 zamieszczono wyniki testu serii, który posłużył do zweryfikowania hipotezy niezależności pomiędzy kolejnymi składowymi: a) procesu miesięcznych wysokości opadu tego samego miesiąca i b) procesu rocznych wysokości opadu. W drugiej kolumnie tab. 2 zapisano wyniki poszczególnych ciągów wysokości miesięcznych oraz rocznych, które wyrażają w liczniku liczbę przypadków odrzucenia rozważanej hipotezy, a w mianowniku ich procentowy udział w zbiorowości testowań. W podobny sposób będą opisywane dalsze tabele, w których relacjonuje się wyniki innych testów.

Tabela 2. Wyniki testu serii
Table 2. Results of the run test

Miesiąc – Month	Test serii Run test
styczeń – January	1/11,1
luty – February	1/11,1
marzec – March	0/0,0
kwiecień – April	0/0,0
maj – May	1/11,1
czerwiec – June	0/0,0
lipiec – July	1/11,1
sierpień – August	1/11,1
wrzesień – September	1/11,1
październik – October	2/22,2
listopad – November	0/0,0
grudzień – December	1/11,1
rok – year	2/22,2

Hipoteza niezależności była odrzucona w nie więcej niż jednym przypadku (czyli nie więcej niż 11,1% przypadków) miesięcznych wysokości opadów wszystkich miesięcy, z wyjątkiem października, w którym była odrzucona dwukrotnie (22,2% przypadków). W przypadku wysokości rocznych ta sama hipoteza została odrzucona w dwóch przypadkach, a więc w 22,2% rozważanych przypadków.

Zbiorcze wyniki testu Kendalla-Manna odnoszące się do wartości średniej lub wariancji zostały przedstawione w zależności od wyniku testu serii: a) hipoteza niezależności nie została odrzucona (tab. 3a) oraz b) odrzucenia hipotezy niezależności (tab. 3b). Przedstawione wyniki pozwalają domniemywać występowanie zmian w wartości średniej lub wariancji, jeśli wystąpiło odrzucenie odpowiedniej hipotezy jednorodności. W celu zabezpieczenia się przed wpływem przypadkowości arbitralnie przyjęto, że rozważana hipoteza jednorodności zostaje uznana za odrzuconą za pomocą testu Kendalla-Manna, gdy co najmniej 5 wartości statystyki testu znajdzie się w obszarze krytycznym.

W ciągach niezależnych według testu serii (tab. 3a): hipoteza o stacjonarności i ergodyczności wartości średniej została odrzucona przez test Kendalla-Manna w najmniejszej liczbie 2 przypadków w sierpniu, a w największej liczbie 7 w kwietniu i październiku, czyli – odpowiednio – była odrzucana od 22,2 do 77,8% rozpatrywanych przypadków; stanowi to przeciętnie 5,1 (56,5%) odrzuconych przypadków. W ciągach wartości rocznych w 4 przypadkach (44,4%) została odrzucona hipoteza o jednorodności wartości średniej.

W ciągach zależnych natomiast według testu serii (tab. 3b) hipoteza o jednorodności wartości średniej została odrzucona w największej liczbie 2 przypadków (22,2%) w październiku; przeciętnie w 0,5 (5,5%) przypadkach. W ciągach wartości rocznych w żadnym przypadku nie była odrzucona hipoteza o jednorodności wartości średniej.

Tabela 3a. Wyniki testu Kendalla-Manna wartości średniej i wariancji przy braku zależności według testu serii

Table 3a. Results of the Kendall-Mann test for the mean value and the variance for the independent series according to the run test

Miesiąc – Month	Średnia Mean value	Wariancja Variance
styczeń – January	5/55,5	0/0,0
luty – February	5/55,5	1/33,3
marzec – March	5/55,5	0/0,0
kwiecień – April	7/77,8	0/0,0
maj – May	4/44,4	1/25,0
czerwiec – June	5/55,5	1/25,0
lipiec – July	6/66,7	0/0,0
sierpień – August	2/22,2	0/0,0
wrzesień – September	3/33,3	0/0,0
październik – October	7/77,8	0/0,0
listopad – November	6/66,7	0/0,0
grudzień – December	6/66,7	0/0,0
rok – year	4/44,4	1/33,3

Tabela 3b. Wyniki testu Kendalla-Manna wartości średniej i wariancji przy zależności według testu serii

Table 3b. Results of the Kendall-Mann test for the mean value and the variance for the dependent series according to the run test

Miesiąc – Month	Średnia Mean value	Wariancja Variance
styczeń – January	1/11,1	0/0,0
luty – February	1/11,1	0/0,0
marzec – March	0/0,0	0/0,0
kwiecień – April	0/0,0	0/0,0
maj – May	1/11,1	0/0,0
czerwiec – June	0/0,0	0/0,0
lipiec – July	0/0,0	0/0,0
sierpień – August	0/0,0	0/0,0
wrzesień – September	0/0,0	0/0,0
październik – October	2/22,2	0/0,0
listopad – November	0/0,0	0/0,0
grudzień – December	1/11,1	0/0,0
rok – year	2/22,2	0/0,0

Rozpatrując łącznie wyniki tab. 3a i 3b, czyli niezależnie od rezultatów testu serii, hipoteza o stacjonarności i ergodyczności wartości średniej była odrzucona przez test Kendalla-Manna w najmniejszej liczbie 2 przypadków w sierpniu, a w największej liczbie 9 w październiku, tzn. była odrzucana odpowiednio od 22,2 do 100% rozważanych przypadków; jest to przeciętnie 5,6 (62%) odrzuconych przypadków.

Łącznie w ciągach wartości rocznych w 6 przypadkach (66,7%) była odrzucona hipoteza o jednorodności wartości średniej.

Następnie jedynie te ciągi, w których nie było podstaw do odrzucenia hipotezy o stacjonarności i ergodyczności wartości średniej, badano dalej testem Kendalla-Manna pod względem możliwości wystąpienia zmian w ich wariancjach. Okazało się (trzecia kolumna tab. 3), że hipoteza o jednorodności wariancji była odrzucona: a) w ciągach niezależnych według testu serii (tab. 3a) w największej liczbie jednego przypadku w lutym, maju i czerwcu; w pozostałych miesiącach nie była odrzucona; przeciętnie w 0,25 przypadkach; b) w ciągach zależnych według testu serii (tab. 3b) nie była odrzucona w żadnym miesiącu.

W przypadku wartości rocznych hipoteza o stacjonarności i ergodyczności wariancji była odrzucona testem Kendalla-Manna w jednym przypadku w ciągach niezależnych, a w żadnym przypadku w zależnych według testu serii.

Z kolei te spośród ciągów miesięcznych i rocznych wysokości opadu, w których test Kendalla-Manna „zauważył” zmianę w wartości średniej, zostały poddane analizie testem Lombarda. Po czym tylko te z nich, w których stwierdzono ewentualność zmian skokowych (poprzez oszacowanie liczebności takich zmian), dalej analizowano za pomocą testu Pettitta. Wyniki weryfikacji obu tych testów zestawiono w tab. 4. Rezultaty zawarte w tab. 4, tak jak poprzednio, zostały przedstawione w zależności od wyniku testu serii: a) hipoteza niezależności nie została odrzucona (tab. 4a) oraz b) odrzucenie hipotezy niezależności (tab. 4b).

Tabela 4a. Wyniki testów Lombarda i Pettitta wartości średniej przy braku zależności według testu serii

Table 4a. Results of the Lombard and Pettitt tests for the mean value for the independent series according to the run test

Miesiąc – Month	1 skok 1 jump	2 skoki 2 jumps	≥ 3 skoki ≥ 3 jumps
styczeń – January	–	–	Sonnblick – Wiedeń –
luty – February	–	–	–
marzec – March	–	Sonnblick 1918 –	–
kwiecień – April	–	Budapeszt 1976 1937	–
maj – May	–	–	–
czerwiec – June	–	–	–
lipiec – July	–	–	Kraków – Sonnblick –
sierpień – August	–	–	–
wrzesień – September	–	–	–
październik – October	–	–	Poznań –
listopad – November	–	–	Wiedeń –
grudzień – December	–	–	–
rok – year	–	Wiedeń 1874, –	Kraków –

Tabela 4b. Wyniki testów Lombarda i Pettitta wartości średniej przy zależności według testu serii

Table 4b. Results of the Lombard and Pettitt tests for the mean value for the dependent series according to the run test

Miesiąc — Month	1 skok 1 jump	2 skoki 2 jumps	≥ 3 skoki ≥ 3 jumps
styczeń — January	—	—	Kraków —
luty — February	—	—	—
marzec — March	—	Sonnblick 1918 —	—
kwiecień — April	—	Budapeszt 1976 1937	—
maj — May	—	—	—
czerwiec — June	—	—	—
lipiec — July	—	—	—
sierpień — August	—	—	—
wrzesień — September	—	—	—
październik — October	—	—	Sonnblick —
listopad — November	—	—	—
grudzień — December	—	—	—
rok — year	—	Sonnblick 1916 1951	—

W tabeli 4 wyspecyfikowano w rozważanych przedziałach czasu nazwy stacji, w których stwierdzono statystycznie istotne według testu Lombarda zmiany w liczbie jednego, dwu i co najmniej trzech skoków. Jednocześnie po prawej stronie nazwy każdej ze stacji podano rezultaty, które wynikły z zastosowania testu Pettitta. Takim wynikiem jest statystycznie istotna lokalizacja domniemanego skoku zapisana poprzez podanie roku, w którym on wystąpił.

Jeśli w tab. 4 po prawej stronie nazwy stacji, w której stwierdzono istotność statystyczną do trzech zmian skokowych, nie specyfikuje się identycznej z nimi liczby lokalizacji, to oznacza, że część (lub nawet wszystkie) lokalizacje okazały się statystycznie nieistotne.

Ze względu na ograniczenia, które tkwią w teście Pettitta i w liczebnościach rozpatrywanych serii czasowych, nie poszukiwano lokalizacji zmian skokowych, jeśli ich domniamana liczba była większa od trzech; w takim przypadku znak „—” po nazwie stacji w ostatniej kolumnie tab. 4 oznacza jedynie to, że nie był stosowany test Pettitta.

Rozpatrując łącznie wyniki wystąpienia zmian skokowych w badanych ciągach miesięcznych wysokości opadu, które są zawarte w tab. 4a i 4b, stwierdzono takie zmiany w czterech miesiącach w Sonnblick, dwóch miesiącach w Krakowie i Wiedniu oraz po jednym w Budapeszcie i Poznaniu. Występowanie zmian skokowych w ciągach rocznych wysokości opadu stwierdzono w Krakowie, Wiedniu i Sonnblick. Niestety, nie wydaje się możliwe zauważenie jakiejś ogólnej regularności w terminach występowania zmian skokowych.

Wniosek. Nasz klimat, charakteryzowany jedynie poprzez procesy miesięcznych i rocznych wysokości opadu, musi być zdecydowanie rozważany jako proces niestacjonarny¹.

Maszynopis wpłynął do redakcji 21 III 1994 r.

Literatura

- Fisz M., 1969, *Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna*. Warszawa, PWN.
- Lombard F., 1988, *Detecting change points by Fourier analysis*. Technometrics, t. 30, nr 3.
- Mann H. B., 1945, *Nonparametric tests against trend*. Econometrica, t. 13.
- Mitosek H. T., 1984, *Statystyczna struktura przepływu rzecznoego*. Warszawa, Wyd. Geologiczne.
- Mitosek H. T., 1992a, *Occurrence of climate variability and change within the hydrological time series. A statistical approach*. IIASA, CP-92-05.
- Mitosek H. T., 1992b, *Odzwierciedlenie wahań klimatu w rocznych seriach czasowych – podejście statystyczne*. Prz. Geof., t. 37, nr 1–2.
- Mitosek H. T., 1992c, *Temperatura powietrza w Puławach w ciągu lat 1871–1990. II. Ewentualność zmian klimatu na podstawie średniej temperatury miesięcznej*. Pamiętnik Puławski, t. 100.
- Mitosek H. T., 1994a, *Odzwierciedlenie wahań klimatu w miesięcznych ciągach przepływu rzecznoego – podejście statystyczne*. Prz. Geof., t. 39, nr 1.
- Mitosek H. T., 1994b, *Odzwierciedlenie wahań klimatu w ciągach średnich temperatur miesięcznych w Polsce i jej okolicach – podejście statystyczne*. Prz. Geof., t. 39, nr 3.
- Pettitt A. N., 1979, *A non-parametric approach to the change-point problem*. Appl. Statist., t. 28, nr 2.
- Sneyers R., 1975, *Sur l'analyse statistique des séries d'observations*. Note Technique, nr 143, OMM nr 415, Genève.

Summary

In the paper the problem of climate variability reflection within the monthly and annual time series of precipitation depth in Poland and neighboring countries is considered. Definitions of climate variability and climate change have been presented. To verify working hypothesis of a homogeneity of analyzed processes nonparametric statistical tests have been used. Empirical base of the paper constituted 9 exceptionally long time series; their average length is ca. 119 years. The verification of the assumed hypotheses has been carried out for 5% significance level.

The hypothesis that the mean value of monthly and annual mean precipitation depths are homogeneous had to be rejected by the Kendall-Mann test in 62% and in over 66% of cases, respectively. When the hypothesis of the mean value homogeneity is not rejected, the same Kendall-Mann test has been used to verify the hypothesis that the variance of monthly and annual mean precipitation depths are homogeneous.

Then, the change-point analysis by the Lombard and Pettitt tests have been applied to the data. Eventual jumps in the mean value have been confirmed.

We found that our climate, characterized by mean monthly and annual precipitation depths, have definitely to be considered as a nonstationary process.

¹Praca została wykonana w ramach grantu: KBN nr 9 S602 047 03.

MATERIAŁY DO DZIEJÓW GEOFIZYKI

Aleksander MAJEWSKI

Oddział Bałtycki PTGeof.

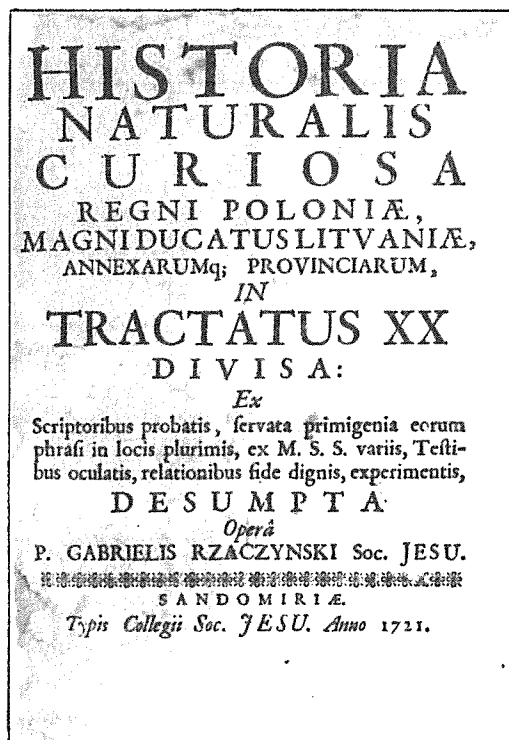
GABRIELA RZĄCZYŃSKIEGO TRAKTAT O MORZU BAŁTYCKIM Z POCZĄTKU XVIII WIEKU

THE TREATISE ON THE BALTIC SEA BY GABRIEL RZĄCZYŃSKI FROM THE BEGINNING OF XVIII CENTURY

Gabriel Rzączyński herbu Ślepowron (1664–1737), rodem z Podola, wielce czynny jezuita i pedagog (głównie na polu retoryki), interesował się również żywo zagadnieniami przyrodniczymi (Grzebień, 1991). W tej ostatniej dziedzinie przez wiele lat zbierał on różne informacje, które ułożył i opublikował w dziele o charakterze encyklopedycznym, stanowiącym obszerny opis fizjograficzny obszaru Rzeczypospolitej, w postaci kilkuset haseł. Napisane po łacinie dzieło to nosi tytuł *Historia naturalna dokładna Królestwa Polskiego, Wielkiego Księstwa Litewskiego i przylączonych prowincji, na XX traktatów podzielona, z pisarzy uznanych, z zachowaniem oryginalnej ich wypowiedzi, w licznych miejscach z różnych rękopisów, naocznych świadków, wiarogodnych relacji, doświadczeń zaczerpnięta. Dzieło Ojca Gabriela Rzączyńskiego Jezuitę*. Opublikowane zostało w Sandomierzu w drukarni Kolegium Księży Jezuitów w 1721 r. (rys. 1).

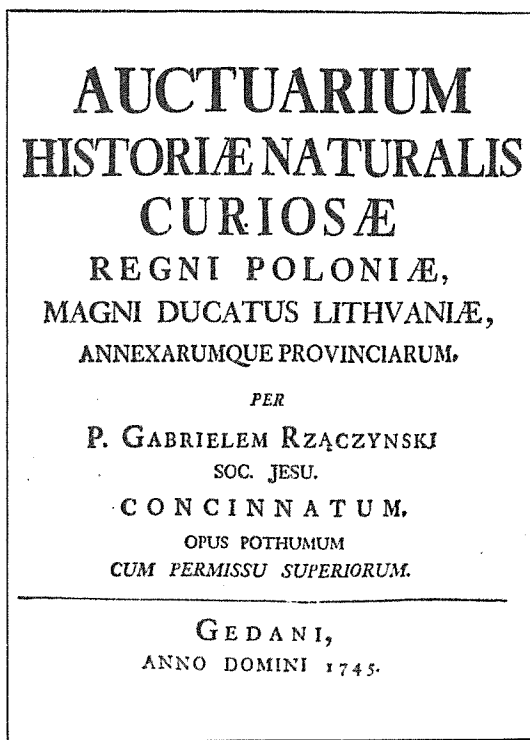
W 1736 r., tuż przed śmiercią autora, ukazało się w Gdańsku drugie wydanie tego dzieła, poprawione i uzupełnione, pt. *Dodatek do Historii naturalnej dokładnej Królestwa Polskiego, Wielkiego Księstwa Litewskiego i przyległych prowincji, przez o. Gabriela Rzączyńskiego Jezuitę sporządzony*. Według *Słownika biologów polskich* (Feliksiak, 1987) drugie dzieło spotyka się z doklejonymi kartami tytułowymi w różnych wersjach; wiadomo np. o wydaniu z 1742 r., powszechnie znane jest wszakże wydanie z 1745 r. (rys. 2). Oba te wydania były opóźnione z powodu zastrzeżeń stawianych przez ówczesną cenzurę kościelną¹.

¹W *Encyklopedii Polskiej Orgelbranda*, w tomie z 1868 r., jest taka na ten temat uwaga: „Suplement ten, czyli raczej tom drugi, w ukryciu klasztoru przez długi czas zostawał i po uprzątnieniu dopiero rozmaitych trudności, które przełożeni jezuiti w rozszerzeniu jego dzieła, nie wiadomo dla jakiej przyczyny czynili, wydał w druku Józef Załuski, biskup Kijowski.”



Rys. 1. Strona tytułowa dzieła Gabriela Rzączyńskiego *Historia naturalis...* z 1721 r.

Fig. 1. The front page of Gabriel Rzączyński book *Historia naturalis...* from 1721



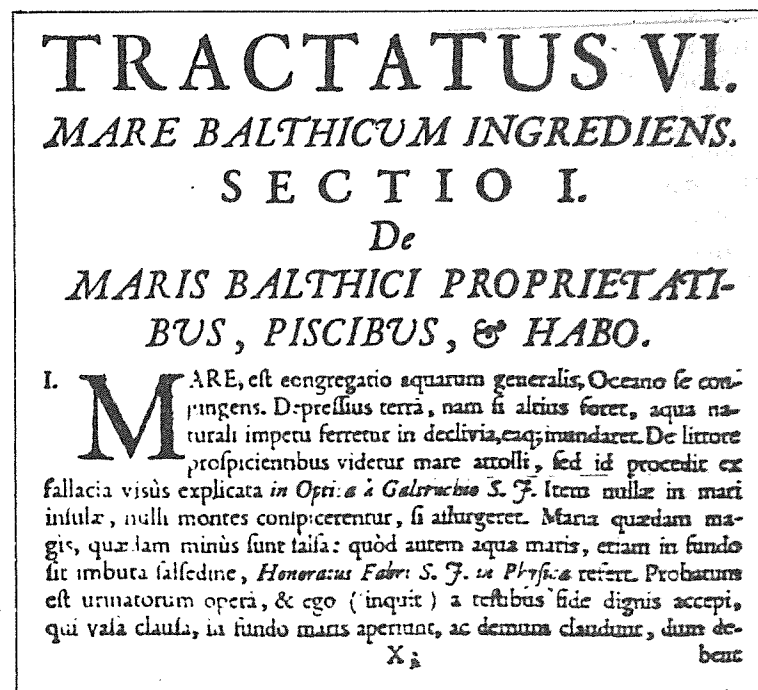
Rys. 2. Strona tytułowa dzieła Gabriela Rzączyńskiego *Auctuarium historiae naturalis...* (wydanie z 1745 r.)

Fig. 2. The front page of Gabriel Rzączyński book *Auctuarium historiae naturalis...* (edition from 1745)

Dzieło Rzączyńskiego, znane nie tylko w Polsce, ale i poza jej granicami, było już wielokrotnie omawiane (Maciesza, 1921; Staszewski, 1966; Lipko, 1973; Mokrzecki, 1983; Grzebień, 1991). Przedmiotem tego artykułu jest jeden z dwudziestu traktatów tego dzieła, a mianowicie traktat VI dotyczący Morza Bałtyckiego, pt. *Skladniki Morza Bałtyckiego (Mare Balthicum Ingrediens)*.

Traktat (rys. 3) składa się z dwóch części: pierwszej – o własnościach morza, jego rybach (i innych zwierzętach), zalewach (*Maris Balthici proprietatibus, piscibus, et habo*), oraz drugiej – poświęconej bursztynowi (*Sectio II de Electro seu Succino*).

Rozprawa Gabriela Rzączyńskiego o Morzu Bałtyckim rozpoczyna się od zdefiniowania morza jako „ogólnego zbiornika wód łączących się z oceanem, położonego niżej od ziemi, bowiem gdyby było od niej wyżej, wody niesione naturalnym rozpędem po pochyłości załazyby ją”. Następnie są przedstawione nurtujące od wielu wieków uczonych problemy słoności wód morskich i głębokości morza (Majewski, 1991). Rzączyński zestawia poglądy różnych autorów starożytnych o przyczynach zasolenia morza, wiążąc je z zasoleniem przydennych wód i zawartością soli w dnie morskim (płonący ogniem ług, ałun, bitum), z prażącą siłą



Rys. 3. Początek rozprawy o Morzu Bałtyckim Gabriela Rzączyńskiego z dzieła *Historia naturalis...* z 1721 r. (ze zbiorów starodruków Biblioteki Gdańskiej PAN)

Fig. 3. The initial page of chapter on Baltic Sea from the Gabriel Rzączyński book *Historia naturalis...* from 1721 (from the Gdańsk Library Polish Academy of Sciences)

słońca i wyciągającą słodkie i czyste wyziewy z wody, a ciężkie i zestalone pozostawiającą, z wyziewami ziemi mieszącymi się z morzem. Nie pominięto też, a nawet postawiono na pierwszym miejscu, typowego dla dawnych czasów argumentu, że „na początku świata zasolenie morza było przydane jako zabezpieczenie przeciw psuciu się wody”². Trzeba przyznać, że i do dziś pytanie, skąd pochodzi sól w wodzie morskiej, nie zostało definitywnie rozstrzygnięte. Drugim, intrygującym od wieków uczonym pytaniem było, jaka jest głębokość morza. Rzączyński przytacza różne opinie na ten temat i opisuje próby wykonania pomiarów głębokości, nie osiągające sukcesów z powodu trudności technicznych. W tym wstępie do traktatu zawarte są również uwagi o barwie morza.

W następnym rozdziale jest już opisywane Morze Bałtyckie. Z dzieł dawnych autorów zestawiono i zinterpretowano różnorodne nazwy Morza Bałtyckiego, podano jego rozciągłość, opisano wybrzeża oraz rzekome połączenia z oceanem

² W *Kalendarzu* Niegowieckiego z roku 1758 tak wyjaśniano, czemu morze jest słone: „1) Wygoda i zachowanie życia zwierząt morskich, ryby bowiem w słoności konserwują się; 2) zachowanie od skażytności wody morskiej, która że jest niby stojąca, korupcji by podpadała; 3) wygoda do żeglowania, gdyż woda słona cięższa i grubsza jest niż słodka, więc do dźwignia ciężarów zdolniejsza, w słodkiej zaś wodzie dla cienkości swojej prędzej by okręty tonęły” (*Kalendarz...*, 1975).

(„Zdaniem Kirchera 1678 przytyka do Oceanu Germańskiego albo Deukalidońskiego przez Kanał Cymbryjski”)³. Wspomina się też o możliwości wymiany wód z oceanem: „Morze Bałtyckie prądami (falami) wzburzone raz się do oceanu przelewa, raz ocean przeciwstawia się Bałtykowi”. Przytacza się też opinie, że morze Bałtyckie jest najzimniejsze i podaje opisy zlodzenia tego morza podczas szczególnie surowych zim⁴. Dalej mówi się, że jest to morze burzliwe i wywołuje burze (sztormy), podnosząc z dna do nieba wprawione w ruch wytryski. Brak pływów jest tłumaczony niewielkimi rozmiarami morza („ciasnota wybrzeży”) i izolacją morza przez cieśniny duńskie.

Po omówieniu cech geograficznych i fizycznych morza Rzączyński daje szczegółowy opis ryb i innych zwierząt, rybołówstwa i wykorzystywania zasobów żywych morza. Podane są obszernie charakterystyki tych organizmów. Obok nazw łacińskich i niemieckich wymienione są niekiedy ich odpowiedniki polskie. Informacje o rybołówstwie dotyczą głównie wybrzeża morskiego w strefie styku wód morskich i wód słodkich (Zatoka Gdańska, Zatoka Pucka, Jezioro Żarnowieckie). Są wzmianki o osobliwych zwierzętach obserwowanych w morzu i znajdujących u naszych brzegów, takich jak: olbrzymie ryby, konie morskie, foki, delfiny (świnie morskie). Jest też mowa o słynnej rybce, zwanej remorą (gr. *Echeneis*), która „tak się przyczepia do kadłuba statku, że według wierzeń opóźnia jego ruch”⁵.

Na koniec tej pierwszej części traktatu dodano krótkie informacje o Helu i Półwyspie Helskim, Mierzei Wiślanej, Zalewie Wiślanym i Zalewie Kurońskim (Morze Kurlandzkie).

Druga część traktatu, poświęcona bursztynowi, zaczyna się od zdefiniowania tej żywicy kopalnej słowami: „bursztyn nie jest ziemią, ani metalem, lecz kamieniem o szlachetnym tworzywie, przejrzystym, cennym i użytecznym”. Dalej podany jest opis: „kamień ten ma moc przyciągania wszelkich przedmiotów lekkich, ma pachnący zapach, specyficzną miłą woń, odznacza się przeróżnymi kolorami i wyróżnia się wielką użytecznością w medycynie”.

Na podstawie różnych źródeł Rzączyński przytacza opinie autorów starożytnych i bardziej mu współczesnych o pochodzeniu bursztynu, omawia warunki pojawiania się jego na brzegu morskim, rozmieszczenie w Europie, a przede wszystkim na wybrzeżach pruskich, na Pomorzu i Mazowszu, przedstawia zbieractwo i kopanie bursztynu oraz jego obróbkę. Rzączyński wymienia wiele interesujących przykładów inkluzji roślin, owadów, zwierząt i innych wtrętów występujących w bursztynie i rozważa różne poglądy co do ich natury, przytacza też relacje na temat osobliwych i imponujących okazów bursztynu czy też większych jego skupisk odkrywanych na brzegu morza, na polu podczas orki, w jeziorach czy na brzegach rzek. Mówi też

³ Kircher w dziele *Mundus subterraneus, in XII Libros Digestus. Amstelodami 1678* opisał też połączenie północnej części Zatoki Botnickiej podziemnym kanałem z Morzem Norweskim.

⁴ Wymieniono bardzo srogie zimy: 1322, 1399, 1423, 1426, 1459, 1496, 1554, 1678, 1708, w czasie których morze było tak ścięte lodem, że przejazdy między miejscowościami nadmorskimi odbywały się za pomocą sanny konnej.

⁵ Remora czyli trzymonaw – rybka mająca na głowie przysawkę, miała według dawnych opinii żeglarzy wstrzymywać ruch statku.

o bogatych kolekcjach gdańskich tego rodzaju okazów. Zwraca uwagę na wiele postaci bursztynu (100–150), rodzajów wyróżniających się wyglądem, rysunkiem i zapachem. Próbuje również wyjaśnić tajemniczą zdolność przyciągania ciał po potarciu bursztynu i przedstawia liczne zastosowania lecznicze tego cennego wielce od czasów starożytnych medykamentu, znanego i poszukiwanego w krajach śródziemnomorskich i Dalekiego Wschodu.

Mieszczący się na dwudziestu stronach dzieła Gabriela Rzączyńskiego traktat o Morzu Bałtyckim (ss. 165–184 edycji z 1721 r.) jest pierwszym tak obszernym opisem morza opartym na wiadomościach zawartych w dziełach starożytnych i późniejszych autorów oraz na informacjach gromadzonych bezpośrednio przez Rzączyńskiego podczas jego wędrówek po Polsce, bowiem wielokrotnie zmieniał miejsce swojego pobytu.

Traktat stanowi swoisty konglomerat wiadomości rzeczywistych, a częściowo również fantastycznych, o naszym morzu, przekazywanych z pokolenia na pokolenie od bardzo dawnych czasów. Wydawać by się więc mogło, że autor był mało krytyczny w doborze materiału i taki zarzut stawiano mu później⁶. Trzeba jednak wziąć pod uwagę, że jego dzieło było zgodne z duchem czasu i stanem wiedzy na przełomie XVII i XVIII w., a również fakt, że zagadnienia przyrodnicze nie należały do głównego nurtu jego działalności, lecz były ubocznym, choć głębokim zainteresowaniem. W tym zakresie zgromadził olbrzymią ilość informacji z obszaru Rzeczypospolitej, bardzo nas interesujących nie tylko z punktu widzenia historycznego, ale mających znaczenie cennej i dziś dokumentacji naukowej, która może być wykorzystywana w badaniach Morza Bałtyckiego.

W dawnych wiekach, a również i później⁷ Morze Bałtyckie było uważane jedynie za północną rubież Rzeczypospolitej – granicę państwa, poza którą rozciągało się bliżej nie określone morze. Na tle bardzo skąpych wiadomości o tym morzu traktat Rzączyńskiego jest wyróżniającym się i jedynym fenomenem aż po wiek XIX, służącym wielu następnym pokoleniom jako najobfitsze źródło informacji o naszym morzu. Traktat ten zasługuje na analityczne opracowanie, przetłumaczenie na język

⁶ Przytoczymy tu wyrozumiałą opinię opublikowaną w *Encyklopedii Polskiej Orgelbranda* z 1868 r.: „z wielką pracowitością zbierał Rzączyński co tylko do dzieła jego należeć mogło, ale przesady wieku, w którym żył, słabość i łatwowierność, którą się często dał powodować, przeszkody, których jako zakonnik i to jeszcze jezuita, przełamać nie mógł, sprawiły, iż przy największej gorliwości i najczystszych chęciach, dzieło Rzączyńskiego nie otrzymało pożądanej doskonałości. Z tym wszystkim historia ta ma swoją wartość i niepoślednie zajmować będzie miejsce w literaturze przyrodniczej polskiej”.

Mniej ogłędne opinie o opisie szaty roślinnej Polski Rzączyńskiego głosili przyrodnicy. S. J u n d z i ł (1761–1847) twierdził, że „Rzączyński nakreślił tylko szczupły rejestr roślin; żadnej własnej obserwacji nie wymienia...”, a J. R o s t a f i ń s k i (1918) mówił, że „samo dzieło jest bezkrytyczną kompilacją, tylko w tomie dodatkowym można znaleźć niejedną ciekawą szczegół do hodowli roślin”.

⁷ Również obecnie, po uzyskaniu szerokiego dostępu do morza i otwarciu wielkich możliwości polityczno-gospodarczych w kierunku oceanu i całego świata, wielu naszych obywateli żyje w przekonaniu, że granica państwa przebiega wzdłuż brzegu morskiego, nie biorąc pod uwagę, że jest ona znacznie przesunięta, zgodnie z międzynarodowym prawem morza o 12 Mm w obszarze morza terytorialnego, a do linii środkowej Bałtyku w wyłącznej strefie ekonomicznej. Kontynentalna od wieków orientacja Rzeczypospolitej, jak i dzisiejsza koncentracja życia gospodarczego w południowych i środkowych częściach kraju uzasadniają niekiedy głoszone przekonanie, że Polska tyłem do morza stoi.

polski i opublikowanie, jak to się stało dzięki K. Augustowskiej w przypadku wcześniejszego o ponad 100 lat traktatu nautycznego B. Keckermanna, wydane-go przez Gdańskie Towarzystwo Naukowe (Keckermann, 1992).

Autor dziękuje za wydatną pomoc przy opracowaniu artykułu siostrze Krystynie, żonie Irenie oraz ks. drowi Wiesławowi Lauerowi.

Maszynopis wpłynął do redakcji 10 VIII 1994 r.

Literatura

- Feliksiak S. (red.), 1987, *Słownik biologów polskich*. Instytut Historii Nauki, Oświaty i Techniki PAN. Warszawa, PWN.
- Grzebień L., 1991, *Rzeczyński Gabriel h. Ślepowron (1664–1737)*. [Biogram w:] *Polski Słownik Biograficzny*, t. 34, Wrocław, Ossolineum.
- Kalendarz Półstuletni 1750–1800*. 1975. Warszawa, PWN.
- Keckermann B., 1992, *Brevis Commentatio Nautica*. Przekł. A. Siemiginowska, oprac. K. Augustowska. GTN, Gdańsk, Wyd. Gdańskie.
- Lipko S., 1973, *Nauczanie geografii w okresie Komisji Edukacji Narodowej*. Warszawa, PZWS.
- Maciesza A., 1921, *G. Rzeczyński S. J., pierwszy fizjograf polski*. Biblioteka Sandomierska, nr 3, Sandomierz, Polskie Tow. Krajoznawcze.
- Majewski A., 1991, *Zarys historii oceanografii*. Gdańsk, Wyd. Morskie.
- Mokrzecki L., 1983, *Początki wiedzy o morzu w dawnej Rzeczypospolitej. Problematyka morska w nauce gdańskiej doby baroku i oświecenia*. Wrocław, Ossolineum.
- Staszewski J., 1966, *Historia nauki o Ziemi w zarysie*. Warszawa, PWN.

Summary

The first treatise on the Baltic Sea in Poland by Gabriel Rzeczyński, printed on Sandomierz in 1721 and later in Gdańsk in 1745, has been presented in the paper. The treatise includes physical and biological characteristics on the sea. In a separate part problems of amber, especially at Polish coasts, are discussed.

Janusz OLEJNIK

Katedra Agrometeorologii AR – Poznań

**PROJEKT KOMPLEKSOWEGO MONITORINGU
ŚRODOWISKA LEŚNEGO „BOREAS”**

**A PROJECT OF COMPLEX MONITORING
OF A FOREST ENVIRONMENT “BOREAS”**

W 1985 r. Towarzystwo Królewskie w Kanadzie (The Royal Society of Canada) ustaliło długofalowy program badawczy środowiska naturalnego pod nazwą Canadian Global Change Program (CGCP). Jednym z kilku studiów (programów) prowadzonych w ramach CGCP jest Boreal Ecosystems-Atmosphere Study (BOREAS). Program ten obejmuje kompleksowe badania ekosystemów lasów borealnych na obszarze Kanady. Lasy borealne to największy ekosystem Ziemi i główny „magazyn” węgla związanego z materią organiczną. Ze względu na obszar, położenie oraz warunki naturalne, lasy borealne zaliczane są do grupy ekosystemów o wysokim stopniu zagrożenia globalnymi zmianami środowiska. Z drugiej strony, zmiany zachodzące w ekosystemach lasów borealnych mogą wpłynąć na globalne zmiany środowiska (Schlesinger, Mitchel, 1987). Jest pewne, że lasy borealne będą wrażliwe na zmiany klimatu, jednak przy obecnym stanie wiedzy nie jest możliwe ustalenie stopnia tej wrażliwości. Również natura i intensywność zmian, które mogą nastąpić w tym ekosystemie pod wpływem zmiany klimatu, pozostają wciąż niewiadome. Właśnie z tych względów oraz z powodu rosnącego zainteresowania naukowców i polityków problematyką zmian globalnych został stworzony program BOREAS.

Badania związane z programem BOREAS mają na celu lepsze zrozumienie procesów odpowiedzialnych za wymianę energii, wody, węgla i gazów śladowych pomiędzy ekosystemami lasów borealnych a atmosferą, ze szczególnym uwzględnieniem ich wrażliwości na zmiany klimatu (CGCP..., 1990).

Badania terenowe będą przebiegać na dwóch głównych obszarach (20 km × 20 km) i kilkunastu punktach pomiarowych rozmieszczonych na terytorium Kanady. Punkty te zostały tak rozmieszczone, by objąć różne warunki klimatyczne wy-

stępujące w strefie lasów borealnych, rozciągającej się od wschodniego do zachodniego wybrzeża Kanady. W tej strefie średnia roczna wartość temperatury powietrza waha się od $-3,5^{\circ}\text{C}$ na Labradorze do $2,5^{\circ}\text{C}$ w najbardziej wysuniętej na południe strefie lasów borealnych w Ontario. Również bardzo zróżnicowane są roczne sumy opadów, które wahają się od 500 mm w zachodniej Albercie do 1000 mm w zachodniej Manitobie i Ontario. Stanowiska pomiarowe rozmieszczono w taki sposób, aby badania obejmowały przeciwstawne warunki środowiskowe występujące na tym terenie: 1) ciepło i zimno, 2) sucho i wilgotno, 3) las iglasty i las liściasty, 4) las młody i las stary.

Program BOREAS opiera się na pewnych doświadczeniach z przeszłości, a wykorzystuje osiągnięcia znanych już w literaturze projektów, takich jak (NSERC, 1992): FIFE, NOWES, ABLE 2A, OTTER i FED. Wyniki tych projektów stanowiły podstawę do utworzenia merytorycznych ram BOREAS. Idea tego programu powstała pod koniec lat osiemdziesiątych, a jego konkretna realizacja rozpoczęła się na przełomie lat 1992/93. O wadze projektu BOREAS może świadczyć fakt, że w jego realizację bezpośrednio jest zaangażowanych 15 uniwersytetów kanadyjskich, 24 uniwersytety z USA, 8 kanadyjskich i 6 amerykańskich agencji rządowych, m.in. National Science & Engineering Research Council of Canada (NSERC), National Aeronautic & Space Administration (NASA) i National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA).

W ramach programu BOREAS wyodrębniono 5 zasadniczych dziedzin, w których będą prowadzone badania o zbliżonych celach: klimatologia, biogeochemia, ekologia, hydrologia, teledetekcja satelitarna i lotnicza. Ten podział może się wydawać nieco sztuczny, przede wszystkim dlatego, iż większość grup naukowych związanych z BOREAS zajmuje się zagadnieniami, które z natury rzeczy rozciągają się na kilka z wymienionych dziedzin. Wprowadzono go jednak ze względów organizacyjnych, a intencją autorów programu było wzajemne powiązanie działań w ramach tych 5 dyscyplin. Tutaj zajmiemy się badaniami klimatologicznymi.

Dwa główne cele tych badań to (NSERC, 1992):

– scharakteryzowanie wymiany energii, ciepła i masy (CO_2 i H_2O) między warstwą wegetacyjną – glebą i atmosferą, występującej w różnych komponentach krajobrazu lasów borealnych i w różnych warunkach środowiskowych;

– opracowanie algorytmów mających na celu transformację otrzymanych wyników i wniosków na większe obszary i dłuższe okresy, z użyciem technik teledetekcyjnych, modeli w mezoskali oraz modeli globalnej cyrkulacji atmosfery (GCM).

Obserwacje wybranych obszarów będą prowadzone na powierzchni (maszty pomiarowe), z powietrza (samoloty) oraz z przestrzeni kosmicznej (obserwacje satelitarne) (Boreas..., 1990). Część programu BOREAS związana z badaniami klimatologicznymi (LSB/ABL – *Land Surface Climatology/Atmospheric Boundary Layer*) składa się z 6 części hasłowo nazwanych:

1. **Wieże pomiarowe** (pomiaru strumieni masy i energii), wyposażone w sprzęt do pomiaru strumieni: ciepła jawnego, ciepła utajonego, pędu, CO_2 i gazów śladowych, takich jak: CH_4 , CO , O_3 , N_2O , NO , NO_2 i terpiny. Pomiaru te będą przeprowadzane nad lasem i w lesie przez cały rok 1994 w sposób ciągły.

2. **Sondaż warstwy granicznej atmosfery (ABL)** z powierzchni Ziemi będzie prowadzony za pomocą nowoczesnych technik pomiarowych, opierających się na analizie emitowanych z powierzchni Ziemi, a następnie odbitych przez atmosferę impulsów promieniowania elektromagnetycznego o różnych długościach fali. Te pomiary będą odgrywać główną rolę w znalezieniu związków pomiędzy strumieniami w skali lokalnej a strumieniami charakterystycznymi dla większych obszarów, związanych z warstwą graniczną atmosfery.

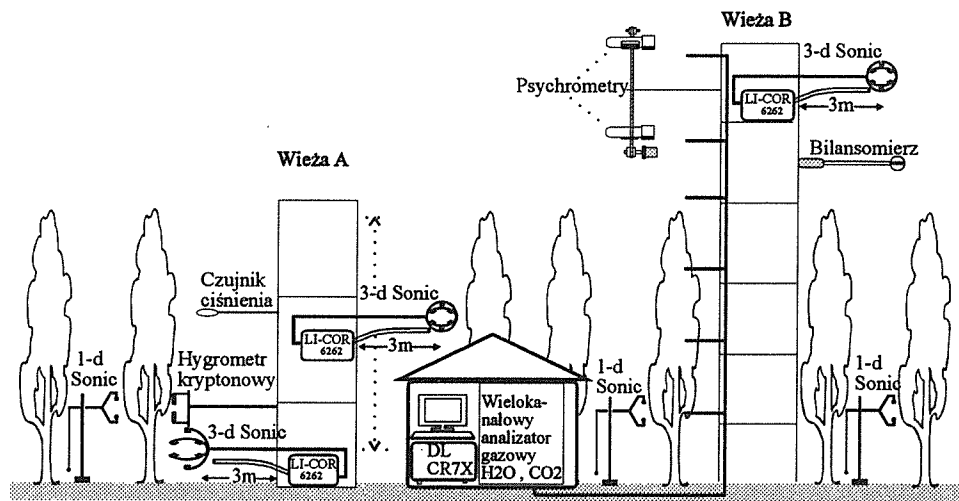
3. **Samoloty pomiarowe** (pomiaru strumieni masy i energii) będą latać na wysokościach od 50 do 100 m powyżej granicy lasu, a umieszczony na nich sprzęt pomiarowy będzie dokonywał pomiarów tych samych strumieni, które będą mierzone na wieżach pomiarowych. Główne cele tych pomiarów to oszacowanie powierzchniowej zmienności mierzonych strumieni, w połączeniu z wpływem zachmurzenia na ich wielkość.

4. **Sieć stacji meteorologicznych**, w skład której wchodzi 9, pracujących w sposób ciągły, automatycznych stacji meteorologicznych, umieszczonych na masztach pomiarowych 5 m powyżej powierzchni czynnej lasu. Na terenie, gdzie będą przeprowadzone badania, znajduje się dodatkowo 37 standardowych stacji meteorologicznych, na których są mierzone: prędkość wiatru, temperatura i wilgotność powietrza oraz opad.

5. **Sieć radiosond** (balony aerologiczne) będzie regularnie używana na dystansie 500 km dzielącym dwa zasadnicze miejsca pomiarowe (20 km × 20 km). Za pomocą balonów aerologicznych będą zbierane dane meteorologiczne (temperatura, prędkość wiatru i wilgotność) na różnych wysokościach, od powierzchni ziemi do wysokości 20–30 km; ogółem przewiduje się użycie 2800 radiosond.

6. **Modele (LSC/ABL)**, w różnej skali czasowej i przestrzennej, będą używane przez 8 zespołów naukowych, korzystających z danych zebranych w poprzednich pięciu grupach. Głównym celem tych prac będzie przeniesienie otrzymanych wniosków w mikroskali do skali regionalnej i globalnej. Oczekuje się, że za pomocą modeli klimatologicznych w skali regionalnej i globalnej (GCM) będzie można przewidzieć ilościowy i jakościowy wpływ zmian globalnych na ekosystemy lasów borealnych jako całości.

Z racji własnych zainteresowań naukowych oraz z powodu uczestniczenia w pracach związanych z bioklimatologiczną częścią BOREAS, poniżej opisano nieco szczegółowiej metody oraz kilka wybranych przyrządów użytych w tych pracach. Jak wspomniano wcześniej, głównym celem tych prac jest pomiar strumieni ciepła, pędu, pary wodnej i dwutlenku węgla wewnątrz oraz ponad wybranymi partiami lasu, a także rozpoznanie procesów decydujących o intensywności tych strumieni. Badania będą prowadzone w sposób ciągły przez cały 1994 r. Rok 1993 wykorzystano na skonstruowanie odpowiednich systemów pomiarowych oraz ich kalibrację, poprzez prowadzenie krótkoterminowych (1 lub 2 tygodnie — *dry run*) pomiarów w tych samych warunkach, w jakich będą one prowadzone w 1994 r. Przyrządy rozmieszczono na dwóch wieżach pomiarowych (rys. 1) — jednej o wysokości lasu (wieża A), a drugiej rozbudowanej do wysokości 35 m (wieża B). Na wieży A



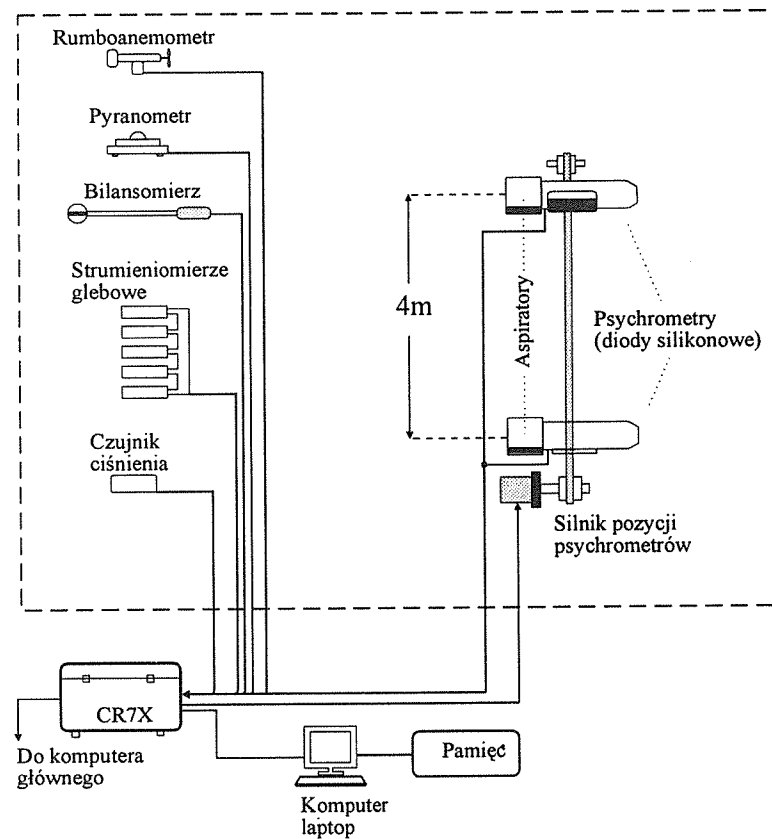
Rys. 1. System pomiarowy do badania strumieni energii, pędu i masy (CO_2 , H_2O)

Fig. 1. Schematic diagram of energy and mass (CO_2 , H_2O) fluxes measuring system

umieszczono dwa systemy pomiarowe do badania strumieni energii, pędu i masy metodą korelacyjną, składające się z anemometru sonicznego oraz analizatora gazowego. Jeden z systemów umieszczono na stałej wysokości, a drugi jest ruchomy od wysokości, na której znajduje się system pierwszy, do wysokości drzew. W ten sposób osiągnięto możliwość analizowania strumieni energii, pędu i masy w układzie przestrzennym we wnętrzu środowiska leśnego. Do badania trzech składowych prędkości wiatru (u , v , w) oraz pomiaru temperatury zastosowano anemometr soniczny firmy Gill Instruments Ltd., GB (3 Axis Research Ultrasonic Anemometer). System pomiarowy do badania strumieni pary wodnej i dwutlenku węgla oparto na analizatorze gazowym LI6262 firmy LI-COR Inc., USA. Na wieży A umieszczono również higrometr kryptonowy (K20) oraz elektroniczny czujnik ciśnienia atmosferycznego.

Na wysokiej wieży B umieszczono system do badania strumieni energii, pędu i masy, taki sam jak dwa umieszczone na wieży A (system ten będzie mierzył te strumienie ponad lasem), oraz wielokanałowy system pomiarowy do badania stężenia pary wodnej i dwutlenku węgla na kilku poziomach we wnętrzu lasu, jak również ponad jego powierzchnią (rys. 1). W obu rozwiązaniach szybkość zbierania danych wynosi 10 Hz.

Znacznie prostszy system zbierania danych zastosowano przy metodzie Bowena (rys. 2). Sygnały analogowe ze wszystkich czujników (rumboanemometr, pyranometr, bilansomierz, strumieniomierze glebowe, czujnik ciśnienia oraz psychrometry) są przekazywane do microleggera CR7X i, po konwersji na sygnały cyfrowe, do głównego komputera poprzez port szeregowy. Dodatkowo zastosowano możliwość zbierania danych na taśmach magnetycznych z wykorzystaniem przenośnego komputera klasy PC.

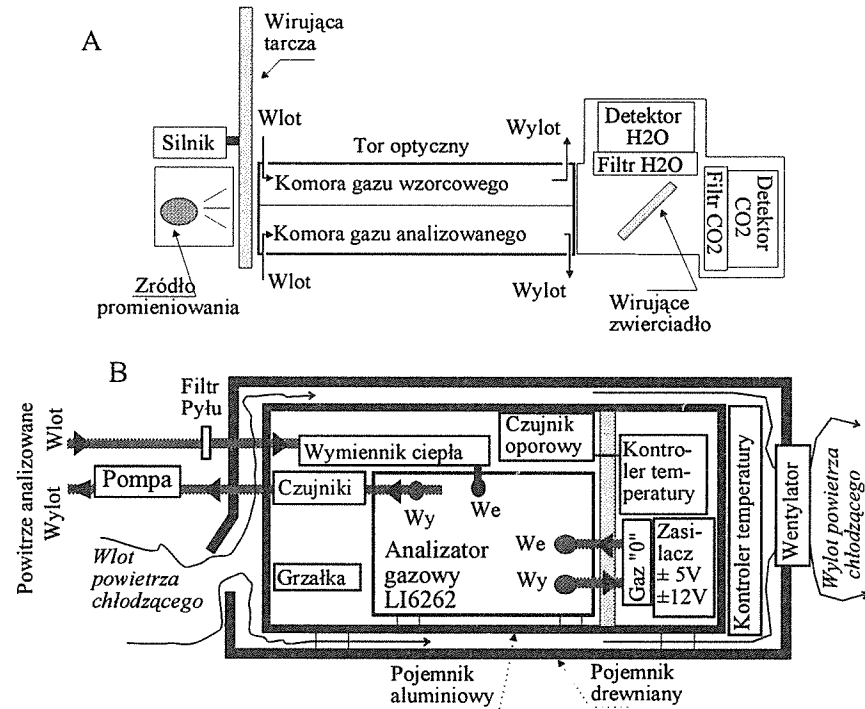


Rys. 2. Schemat systemu pomiarowego do badania struktury bilansu cieplnego metodą współczynnika Bowena

Fig. 2. Schematic diagram of the heat balance structure measuring system by the use of Bowen ratio method

Ponieważ **analizator gazowy LI6262** znalazł zastosowanie w wielu grupach badawczych w projekcie BOREAS (i nie tylko), przedstawiono tu jego nieco szczegółowszy opis. Analizator ten umożliwia badanie stężenia pary wodnej i dwutlenku węgla w wartościach bezwzględnych z bardzo dużą dokładnością. W przypadku CO_2 dokładność pomiaru wynosi ± 1 ppm (przy stężeniu ok. 350 ppm), to jest 0,3% odczytu przy poziomie szumów 0,2 ppm; w przypadku H_2O – 1% odczytu przy poziomie szumów 0,05 hPa. Na rysunku 3A przedstawiono schemat działania analizatora LI6262. Ze źródła promieniowanie jest kierowane przez układ optyczny do dwukanałowego toru optycznego. W komorze gazu wzorcowego zawartość CO_2 i H_2O wynosi zero (zastosowano związki chemiczne absorbujące te gazy); w tej komorze absorpcja promieniowania przez dwutlenek węgla i parę wodną wynosi zero. Przez drugą komorę jest przepuszczany analizowany gaz (8 l/min – przepływ turbulencyjny); w tej komorze absorpcja jest zależna od stężenia tych gazów. Dzięki wirującemu zwierciadłu sygnały są kierowane do detektora CO_2 – raz z komory

wzorcowej, raz z komory analizowanego gazu. Z porównania tych dwóch sygnałów na wyjściu analizatora otrzymuje się sygnał analogowy napięcia, obrazujący bezwzględną wartość stężenia CO_2 . Taka sama technika pomiaru została zastosowana w przypadku pary wodnej. Użyto tylko jednego źródła promieniowania emitującego promieniowanie pokrywające pasma absorbcyjne zarówno CO_2 , jak i H_2O . Odpowiednie filtry długości fal absorbowanych przez te związki zastosowano tuż przed detektorami (rys. 3A).



Rys. 3. Schemat analizatora gazowego LI6262 (A) oraz jego adaptacja do pracy w szerokim zakresie temperatury zewnętrznej (od -40 do $+32^{\circ}\text{C}$) (B)

Fig. 3. Schematic diagram of LI6262 gas analyzer and its adaptation for use in the wide range of ambient temperature (from -40 to $+32^{\circ}\text{C}$) (B)

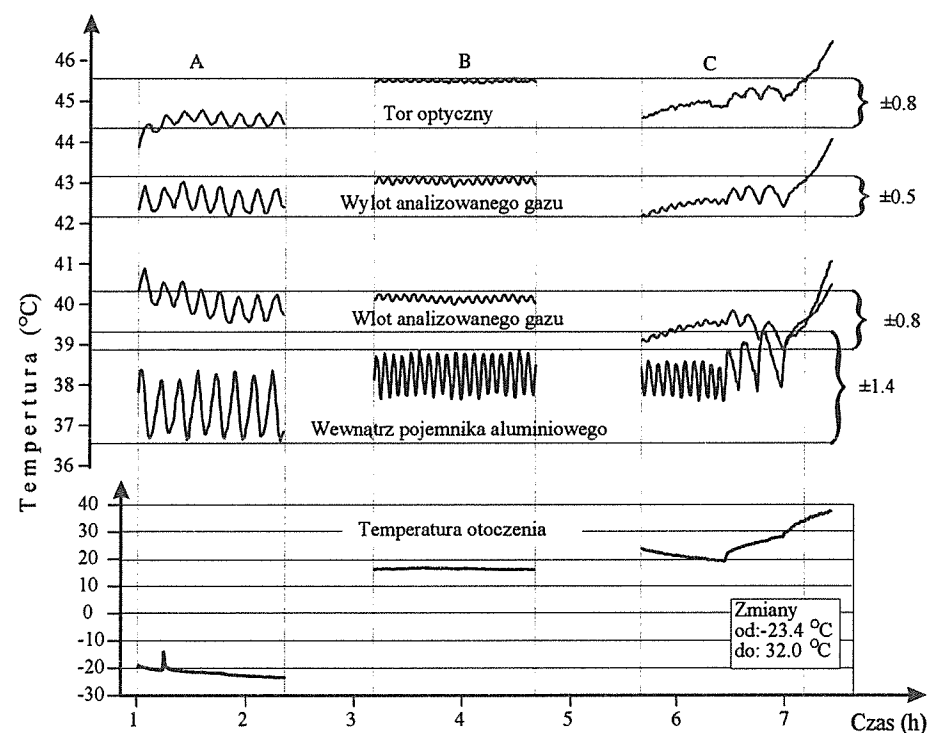
Aby przyrząd ten mógł zostać użyty do badań strumieni CO_2 i H_2O w środowisku naturalnym, niezbędne są prace adaptacyjne i związane z tym zmiany w procedurze użytkowania w porównaniu z wersją komercyjną. Jednym z głównych problemów, który musiał być rozwiązany, było przygotowanie odpowiednich warunków termicznych i ciśnieniowych przy ciągłej pracy LI6262. Warunki atmosferyczne, w jakich przyjdzie pracować analizatorom gazowym w projekcie BOREAS, są ekstremalnie trudne. Opisane wcześniej stanowisko pomiarowe jest zlokalizowane w środkowej strefie lasów borealnych w Saskatchewan, gdzie zimą temperatura spada poniżej -40°C , a latem może przekraczać 30°C . Na rysunku 3B przedstawiono sposób rozwiązania tego problemu. Analizator gazowy umieszczono

w podwójnym pojemniku (wewnętrzny z aluminium, zewnętrzny z drewna). Wewnątrz pojemnika aluminiowego utrzymywano temperaturę ok. 38°C, stosując termoelektryczny kontroler temperatury z czujnikiem oporowym. Gdy temperatura w otoczeniu analizatora gazowego spada poniżej 37°C, wtedy kontroler temperatury automatycznie uruchamia grzałkę, która pracuje do momentu osiągnięcia temperatury przekraczającej 39°C i wtedy jest automatycznie wyłączana. Jednocześnie napięcie jest kierowane do drugiego termokontrolera (bimetalicznego), który uruchamia wentylator umieszczony na zewnętrznym pojemniku. Ma to szczególnie duże znaczenie w przypadku wysokiej temperatury otoczenia, ponieważ wtedy strumień powietrza z zewnątrz działa w sposób chłodzący pojemnik wewnętrzny (panuje w nim temperatura ok. 38°C). W przypadku niskiej temperatury otoczenia (poniżej 5°C) zewnętrzny kontroler temperatury (rys. 3B) odcina dopływ napięcia do wentylatora i chłodzenie pojemnika wewnętrznego odbywa się jedynie w sposób konwekcyjny.

Analizowane powietrze jest zasysane przez pompę powietrzną pod stałym podciśnieniem –200 hPa, przez filtr pyłu dostaje się do pojemnika wewnętrznego rurką z PCV i dalej do wymiennika ciepła. Wymiennik ciepła ma za zadanie przeniesienie temperatury badanego powietrza do stałej temperatury 42–43°C oraz wyeliminowanie „szybkich” (10 Hz) fluktuacji temperatury. W ten sposób na sygnał wyjściowy z analizatora gazowego ma wpływ jedynie zmieniające się stężenie analizowanego gazu (korekta związana ze zmianami temperatury i ciśnienia jest stała). W celu kontroli temperatury i ciśnienia gazu w LI6262 zastosowano dwa czujniki (termoparę i piezoelektryczny czujnik ciśnienia), umieszczone na wylocie analizatora (rys. 3B).

Zmiany temperatury wewnątrz systemu pomiarowego na trzech poziomach temperatury otoczenia przedstawiono na rys. 4. Jeżeli temperatura zewnętrzna przekracza 5°C (rys. 4B i C), wraz z jej wzrostem rosną wahania temperatury wewnątrz systemu pomiarowego, czas pracy grzałki skraca się, a wentylatora wydłuża. Największy zakres wahań występuje jednak przy niskiej temperaturze (rys. 4A), ponieważ chłodzenie systemu następuje jedynie w sposób konwekcyjny, co znacznie wydłuża jego termiczną stałą czasową, ale i w tym przypadku amplituda temperatury wewnątrz systemu pomiarowego nie przekracza 1,4°C. Z punktu widzenia techniki pomiarowej dwie najważniejsze wartości temperatury są bardzo stabilne: temperatura toru optycznego i temperatura wylotu analizowanego powietrza. Zakres ich wahań nie przekracza $\pm 0,8^\circ\text{C}$ przy zmianach temperatury otoczenia od $-23,4^\circ\text{C}$ do $+32,0^\circ\text{C}$. Ta górna wartość temperatury otoczenia wydaje się być granicą, do jakiej zaprezentowany system może pracować w sposób stabilny bez skomplikowanych procedur korekty wskazań analizatora, związanych z niestabilnością temperatury toru optycznego i badanego powietrza.

Projekt BOREAS jest z całą pewnością jednym z większych i najintensywniej prowadzonych projektów ekologicznych w historii badań środowiska naturalnego. Jego założenia merytoryczne są przygotowane w sposób kompleksowy i spójny, co pozwala mieć pewność, że otrzymane wyniki wpłyną w istotny sposób na dalszy rozwój wiedzy o procesach zachodzących w środowisku naturalnym. Chociaż



Rys. 4. Zmiany temperatury w przyrządzie pomiarowym opartym na analizatorze gazowym LI6262 w szerokim zakresie temperatury otoczenia (od $-23,4$ do $32,0^{\circ}\text{C}$)

Fig. 4. The temperature variation of measuring equipment based on LI6262 gas analyzer in wide range of ambient temperature (from $-23,4$ to $32,0^{\circ}\text{C}$)

projekt BOREAS utworzono głównie w kontekście zmian globalnych, to należy sądzić, że wyniki badań, które będą przeprowadzone w 1994 r., przyniosą wiele nowych wniosków z zakresu badań podstawowych w różnych grupach badawczych. Po opracowaniu danych wstępnych dane końcowe w znacznej części będą składowane zgodnie z systemem GIS i w dużej mierze będą ogólnie dostępne (specjalne wydanie *Geophysical Research* 1996).

Nie bez znaczenia dla rozwoju pewnych gałęzi nauki pozostaje fakt udoskonalenia, w ramach prac związanych z BOREAS, znanych już technik pomiarowych; udoskonalenia te w wielu przypadkach mają charakter nowatorski. Kilka z omówionych w niniejszym artykule systemów pomiarowych, ze względów finansowych, wydaje się być ciągle poza zasięgiem grup badawczych w naszym kraju. Nie odnosi się to jednak do wszystkich przedstawionych tutaj przyrządów; np. koszt najprostszej wersji microloggera 21X nie przekracza 1500 USD. Zaprezentowany tutaj system do badania struktury bilansu cieplnego metodą Bowena wydaje się stosunkowo prosty, niezawodny i możliwy do skopiowania. Bardzo zbliżony pod względem metodycznym system, lecz nieco różniący się pod względem rozwiązań czujników, skonstruowano kilka lat temu w Katedrze Agrometeorologii Akademii

Rolniczej w Poznaniu pod kierunkiem prof. Andrzeja Kędziora i przy pomocy prof. Janusza Paszyńskiego. System ten został skonstruowany w dużej mierze z elementów krajowych, a jego zasada zbierania danych pomiarowych jest zbliżona do zastosowanej w przyrządzie 21X (Kędziora, Olejnik, 1985; Olejnik, 1988). Podobnie jak w projekcie BOREAS, gdzie na podstawie wyników badań w mikroskali podejmuje się próbę utworzenia modeli pozwalających na „przeniesienie” tych wyników do mezoskali lub regionu, również dane otrzymane przy użyciu naszego systemu posłużyły do konstrukcji modelu do oszacowania struktury bilansu cieplnego większych obszarów (Olejnik, Kędziora, 1991).

Badania nad strukturą bilansu cieplnego prowadzone w AR w Poznaniu ograniczały się głównie do krajobrazu rolniczego w wybranych okresach sezonu wegetacyjnego. Ostatnio powstała jednak idea rozszerzenia tych badań na środowisko leśne i prowadzenia ich w sposób ciągły, chociaż niemożliwe jest przeprowadzenie badań tak kompleksowych i intensywnych jak w projekcie BOREAS. Projekt BOREAS mógłby jednak stanowić bazę metodyczną przygotowywanego projektu, którego atutem w stosunku do BOREAS może być wydłużenie w czasie (5–10 lat) badań o mniejszym stopniu intensywności.

Maszynopis wpłynął do redakcji 15 VII 1994 r.

Literatura

- Boreas Science Steering Committee 1990: *Charting the boreal forest's role in global change*. 1990. Eos, t. 72, nr 4.
- CGCP, Report No. 5. 1990. *Boreal Ecosystem-Atmosphere Study, Report on Ottawa Workshop*. Ottawa.
- Kędziora A., Olejnik J., 1986, *The quartz psychrometer and its application in agrometeorological investigations*. Proceedings of Symposium of the Memory of Dr. Franz Sauberer, Agricultural Univ. in Vienna, Austria.
- NSERC, 1992, *BOREAS: Canadian University Participation. A collaborative special project proposal submitted to The Natural Science and Engineering Research Council of Canada*. Ottawa.
- Olejnik J., 1988, *The empirical method of estimating mean daily and mean ten-day values of latent and sensible heat fluxes near ground*. J. Appl. Meteor., t. 27, nr 12.
- Olejnik J., Kędziora A., 1991, *A model for heat and water balance estimation and its application to land use and climate variation*. Earth Surf. Processes and Landforms, t. 16.
- Schlesinger M. E., Mitchell J. F. B., 1987, *Climate model calculations of the equilibrium climatic response to increased carbon dioxide*. Rev. Geophys., t. 25, nr 4.

Summary

The main goals of the BOREAS project (*Boreal Ecosystems – Atmosphere Study*) were described. Some details about aims and methodology connected with bioclimatological investigation were discussed. Special attention was paid to modern measuring techniques of mass and energy exchange between active surface and the atmosphere. Eddy correlation and Bowen ratio measurement system were shown. The principles of operation of the LI6262 gas analyzer were presented.

I would like to thank The Dekaban Foundation at the University of British Columbia for providing support of my stay in Canada. I also would like to express my gratitude to Prof. Andy Black from The Department of Soil Science at UBC and all the colleagues for their reception and help during my work in the BOREAS project.

**D-DAY – 6 VI 1944 r.
ROLA SŁUŻBY METEOROLOGICZNEJ**

**D-DAY – 6 JUNE 1944
THE ROLE OF THE METEOROLOGICAL OFFICE**

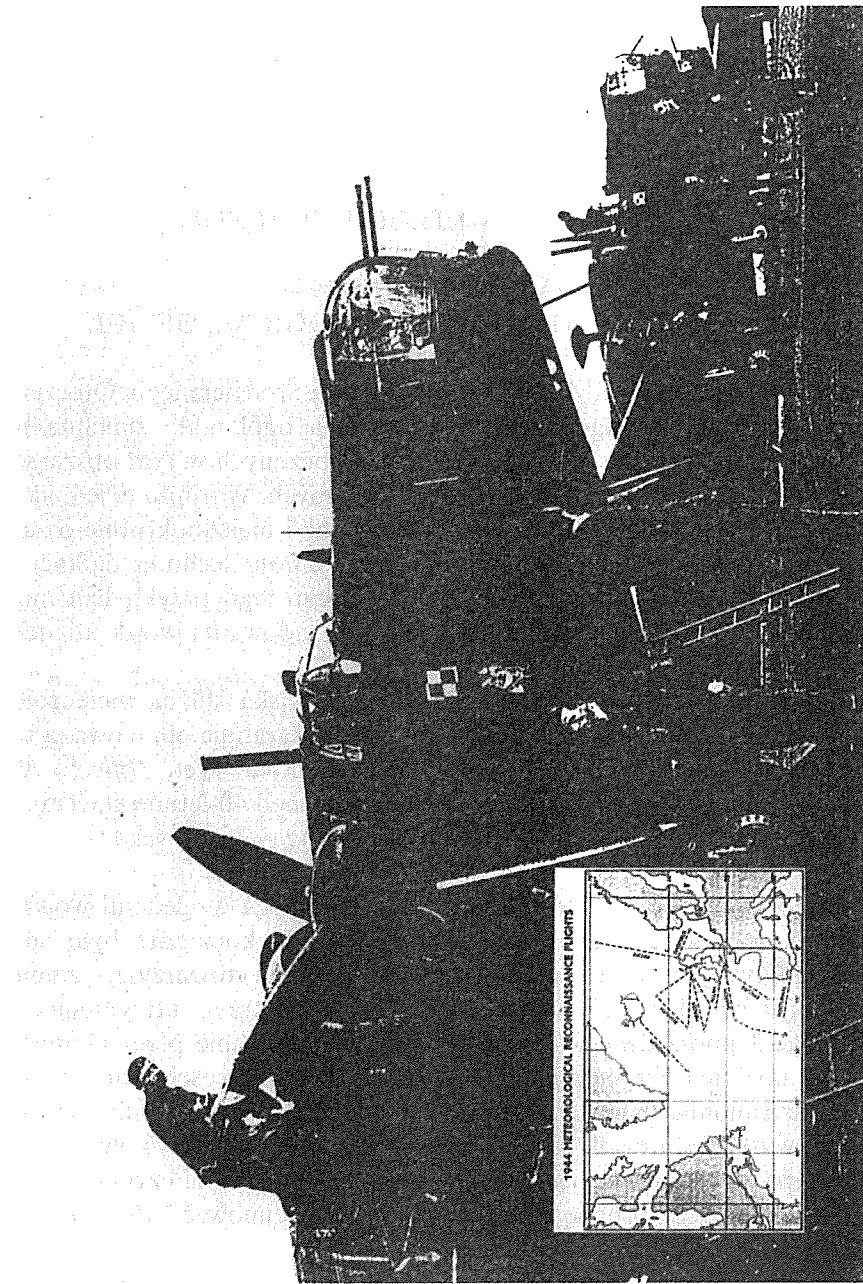
Kultura europejska wywodzi się z obszaru Morza Śródziemnego. Otoczenie tego morza charakteryzuje się łagodnym klimatem i na ogół mało zmienną pogodą, w związku z czym w opisach historycznych bitew toczonych w tym obszarze raczej nie znajdujemy wzmianek o warunkach atmosferycznych. Warunki te jednak zawsze miały zasadniczy wpływ na przebieg bitew i kampanii i niejednokrotnie przesądzały o ich losach. Również obecnie, mimo wielkiego rozwoju techniki ogólnej i wojskowej, wpływ ten wcale się nie zmniejszył. Dobitym tego przykładem mogą być wydarzenia sprzed 50 lat – organizacja i przebieg lądowania wojsk alianckich na wybrzeżu Francji w czerwcu 1944 r.

Z okazji jubileuszu 50-lecia tych wydarzeń brytyjska służba meteorologiczna (Meteorological Office) wydała niewielką, ale bardzo starannie opracowaną publikację, zatytułowaną *6 czerwca 1944 r. – D-Day. Rola Met. Office*¹. Autorem zasadniczego tekstu jest jej wieloletni pracownik (z ponad 40-letnim stażem) – Stan Cornford. Treść tej publikacji z pewnością zasługuje na uwagę.

Powodzenie lądowania w Normandii, oczywiście poza względami wojskowymi, było uzależnione również od czynników naturalnych: konieczne było spełnienie takich warunków, jak: okres pełni księżyca, któremu towarzyszy zmniejszona amplituda pływów morskich, pogoda ze słabym wiatrem, utrzymująca się co najmniej przez 3 poprzedzające dni, niewielkie zachmurzenie przez chmury niskie i widzialność pozioma przynajmniej 4 km, chociaż z możliwością porannych mgieł.

Z tablic astronomicznych i tablic pływów wynikało, że pożądana faza księżyca i stan morza wystąpi w dniach 5, 6 i 7 czerwca (podobny stan pływów, ale bez pełni księżyca przypadał również 2 tygodnie później). Ze względu na czynności organizacyjne, w tym załadowcze, prognoza pogody powinna obejmować 7 dni, co na ówczes-

¹Redakcja składa Meteorological Office podziękowania za przesłanie publikacji.



ne możliwości techniczne było właściwie niewykonalne. Gen. D. D. Eisenhower ze swoim sztabem coraz wyraźniej uświadamiał sobie, że w tym wielkim zadaniu przebieg pogody jest elementem najtrudniejszym do przewidzenia. Trudność ta polegała m.in. na tym, że po dość pogodnym maju początek czerwca przyniósł załamanie pogody: szybko przemieszczające się nize z frontami i silnym wiatrem zachodnim. W związku z tym przyjęto zasadę opóźniania rozkazu inwazji z dnia na dzień. Okoliczności organizacyjne, załadunkowe, konieczność zachowania tajemnicy i rosnące zagrożenie atakami bomb latających V1 skłaniały ku podjęciu lądowania już 5 czerwca. Jednak J. M. Stagg, pułkownik brytyjskiego lotnictwa, doradca gen. Eisenhowera, kierownik zespołu do spraw meteorologii, podał niekorzystną ocenę stanu pogody na wybrzeżu francuskim na ten dzień. Na tej podstawie, gen. Eisenhower 3 czerwca wstrzymał inwazję, zwracając nawet z morza jednostki, które już wypłynęły.

Następnego wieczora, 4 czerwca, gdy na zewnątrz pomieszczeń dowództwa padał deszcz, meteorolodzy stwierdzili, że chłodny front niespodziewanie przeszedł wcześniej, przesuując się na południo-wschód i przynosząc już w ciągu najbliższych 2–3 godzin dobrą pogodę w obszarze lądowania. Rozwijający się za frontem wał podwyższonego ciśnienia stwarzał szansę na przejściową poprawę pogody nad Kanałem La Manche również w dniu przewidzianym na lądowanie, tj. 6 czerwca.

Na pytanie gen. Eisenhowera o długość tego okresu lepszej pogody płk. Stagg odpowiedział, że będzie tak aż do popołudnia 6 czerwca. Odpowiedź swoją oparł na przewidywaniu, że okresowo wyż azorski przesunie się na północ, chociaż nad północnym Atlantykiem nadal utrzymywała się pogoda sztormowa. Wydano zatem rozkaz wyruszenia. W czasie przepływania przez kanał La Manche pogoda była wietrzna i dość silne falowanie, więc podczas 17-godzinnego rejsu choroba morska dokuczała wielu żołnierzom, ale na wybrzeżu francuskim stan pogody potwierdził przewidywania płk. Stagga.

Inwazja przy takim stanie morza była pewnym zaskoczeniem dla wielu żołnierzy alianckich, przekonanych, że może ona nastąpić tylko przy pięknej pogodzie i całkowicie spokojnym morzu. Godne uwagi jest też to, że dowództwo niemieckie, mające także swoją służbę meteorologiczną, przyjmowało możliwość inwazji również przy dużo lepszych niż tego dnia pogodzie i stanie morza. Lądowanie we Francji odbyło się więc z powodzeniem, choć nie bez strat (szczególnie czołgów), spowodowanych przez silne falowanie.

Później płk Stagg stwierdził, że gdyby inwazja miała nastąpić w następnym okresie najmniejszych wahań pływów morskich, natrafionoby na najgorszą pogodę w ciągu ostatnich 20 lat w tym rejonie.

W dalszej, odrębnej części opracowania podkreślono znaczenie znajomości stanu pogody i jej dalszego przebiegu w działaniach wojennych, a w związku z tym rolę służb meteorologicznych dla sił zbrojnych, w tym dla lotnictwa, a zwłaszcza dla wypraw bombowych. Zwrócono też uwagę, jak ważne jest docenianie tej dziedziny przez dowódców.

Warto dodać, że w omawianej publikacji znalazły się również akcenty polskie. Są to: wzmianka o pracy wielu Polaków w wojskowej służbie meteorologicznej² oraz fotografia ludzi i samolotów z polskiego dywizjonu bombowego RAF.

Lubomir Kossowski

Summary

The paper is based on the booklet *D-Day. The role of the Meteorological Office – How weather played a critical part in Normandy landings?*

The editor thanks the Meteorological Office for delivering this pamphlet to him.

²Należy tu przypomnieć nazwiska przynajmniej kilku spośród nich: Józefa Mazura (1896–1977), Władysława Milaty (1911–1954) i Stanisława Rafałowskiego (1906–1986).

Urszula SOMOROWSKA

Zakład Hydrologii UW

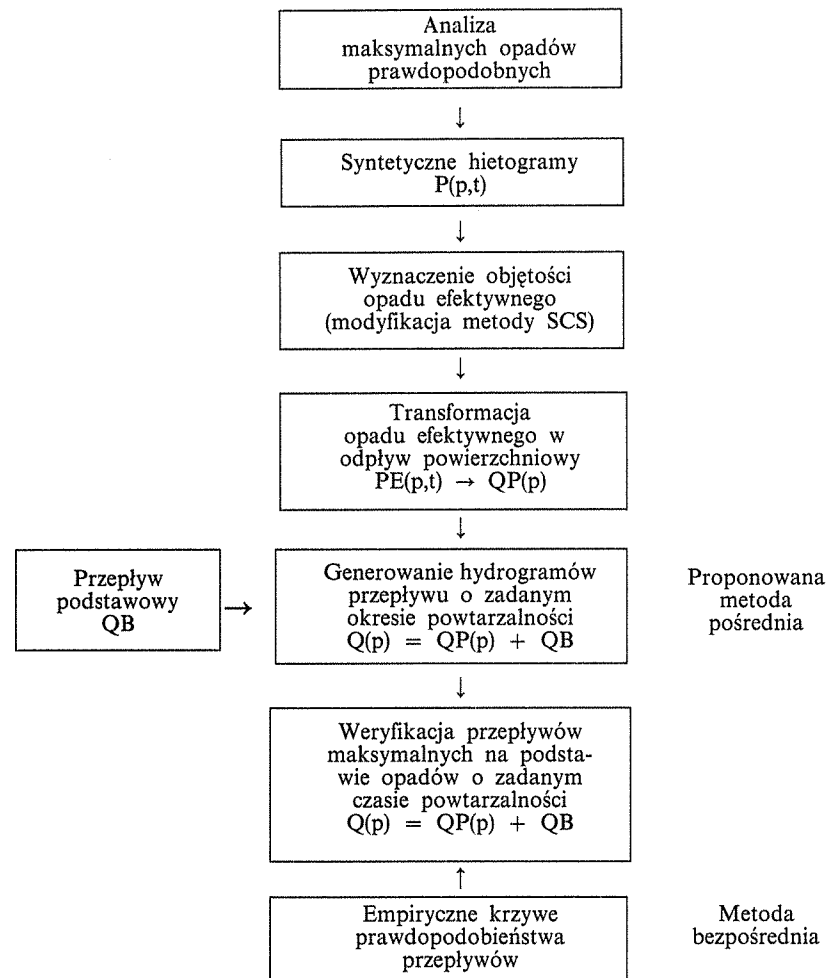
**SYMULACJA WEZBRAŃ OPADOWYCH JAKO METODA WYZNACZANIA
MAKSYMALNYCH PRZEPLYWÓW PRAWDOPODOBNYCH**

**SIMULATION OF FLOOD HYDROGRAPH AS A TECHNIQUE
FOR MAXIMUM PROBABLE RUNOFF ESTIMATION**

Określenie maksymalnych przepływów prawdopodobnych jest konieczne m.in. przy projektowaniu przedsięwzięć z zakresu budownictwa wodnego, np. służących zabezpieczeniu dolin rzecznych przed wodami wezbraniowymi. Wyznaczanie ich nie stwarza trudności, jeżeli istnieją wieloletnie, kompletne i jednorodne dane obserwacyjne przepływów maksymalnych, pozwalające na opracowania statystyczne. Metody statystyczne, czyli metody bezpośrednie, traktuje się jako najbardziej dokładne, na ogół jednak większość małych zlewni nie jest kontrolowana pod względem hydrometrycznym. W takich właśnie przypadkach, tzn. wówczas gdy materiały obserwacyjne nie istnieją, są niepełne bądź też pochodzą ze zbyt krótkiego okresu, zastosowanie znajdują metody pośrednie wyznaczania maksymalnych przepływów prawdopodobnych. Do nich można zaliczyć metody symulacji hydrogramu odpływu, stwarzające możliwości predykcji przepływów kulminacyjnych (Soczyńska, 1989).

W podjętych pracach¹, których celem było zbadanie możliwości zastosowania hydrologicznego modelu relacji opad–odpływ do wyznaczania hydrogramów odpływu w zlewniach niekontrolowanych, poszukiwano pośredniej metody wyznaczania maksymalnych przepływów prawdopodobnych. Metoda ta wykorzystywałaby model hydrologiczny, generujący przepływy wezbraniowe na podstawie maksymalnych opadów prawdopodobnych. Weryfikację zaproponowanej metody miały stanowić wartości maksymalnych przepływów prawdopodobnych wyznaczonych metodą bezpośrednią (rys. 1).

¹ W artykule wykorzystano materiały z pracy doktorskiej autorki pt. *Symulacja wezbrań opadowych w naturalnych zlewniach rzecznych* (promotor prof. Urszula Soczyńska). Maszynopis pracy znajduje się w bibliotece Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego.



Rys. 1. Schemat weryfikacji proponowanej metody pośredniej wyznaczania maksymalnych przepływów prawdopodobnych

Fig. 1. Schema of the verification procedure of the maximum probable runoff estimation

Tak sformułowany cel pracy stwarzał konieczność określenia zależności między prawdopodobieństwem wystąpienia opadu i wywołanego nim przepływu, generowanego przez model opad–odpływ.

Relacje między okresami powtarzalności opadu i przepływu są przedmiotem licznych dyskusji pojawiających się od dawna w literaturze hydrologicznej. Dotychczas brak jest jednoznacznych ocen zależności zachodzącej między tymi charakterystykami hydrologicznymi, a rezultaty badań prowadzonych w tym zakresie są wyjątkowo rozbieżne. Niektóre prace dowodzą równości prawdopodobieństwa ekstremalnych wartości opadów i wywołanych nimi przepływów (Schaake i in., 1967; Hjelmfelt, 1980), inne natomiast występowanie różnic między nimi przypisują

zmiennym warunkom wilgotnościowym, jakie panują w zlewni w okresie poprzedzającym wezbranie (Kidd, Packman, 1980; Haan, Wilson, 1987).

Do realizacji zadań badawczych wykorzystano obszerne, archiwalne materiały hydrologiczne i meteorologiczne z 4 zlewni cząstkowych dorzecza rzeki Leine w Dolnej Saksonii w Niemczech². Analizowano letnie wezbrania opadowe w 4 zlewniach rzecznych, charakteryzujących się naturalnymi warunkami formowania się odpływu.

Cechy charakterystyczne zlewni wytypowanych do analizy, istotne z punktu widzenia formowania się wezbrań opadowych, to:

- urozmaicone ukształtowanie powierzchni terenu, warunkujące znaczne kontrasty hipsometryczne oraz spadki terenu i koryt rzecznych;
- stosunkowo dobrze rozwinięty system sieci rzecznej, stwarzający dogodne warunki odprowadzania wody,
- duży udział obszarów leśnych w powierzchni zlewni (30–60%);
- wyraźne fale wezbraniowe w okresie letnim, uwarunkowane intensywnym zasilaniem zlewni w tym okresie.

Poszczególne etapy proponowanej metody wyznaczania maksymalnych przepływów prawdopodobnych na podstawie maksymalnych opadów prawdopodobnych dotyczyły:

- 1) określenia maksymalnych sum opadów w funkcji czasu trwania i okresu powtarzalności;
- 2) opracowania sposobu wyznaczania prawdopodobnego opadu efektywnego;
- 3) wyznaczenia hydrogramu odpływu z zastosowaniem modelu transformującego prawdopodobny opad efektywny w odpływ.

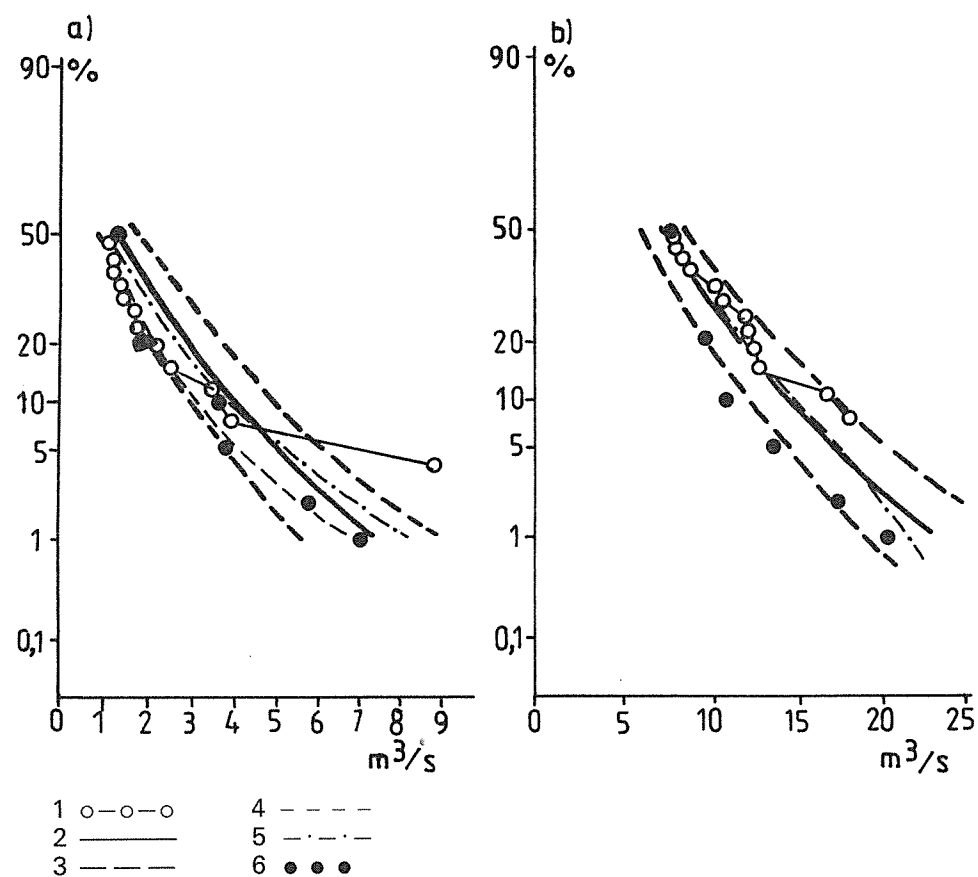
W odniesieniu do pierwszego zadania maksymalne sumy opadów wyznaczono w funkcji czasu trwania i okresu powtarzalności. Analizowano sumy opadów, jakie wystąpiły w *a priori* przyjętych przedziałach czasu. Przyjęta metoda wyznaczania maksymalnych opadów prawdopodobnych zapewniła spójność z założeniami stosowanymi w modelu opad-odpływ. Na podstawie punktowych wysokości maksymalnych opadów prawdopodobnych wyznaczono wysokości opadu obszarowego o określonej powtarzalności w zlewni, przy uwzględnieniu poprawki, określanej mianem współczynnika redukcji (Grobe, 1977).

W kolejnym etapie opracowano sposób wyznaczania prawdopodobnego opadu efektywnego. Zastosowano metodę amerykańskiej Służby Ochrony Gleb, znaną w literaturze polskiej pod nazwą metody SCS (Ignar, 1988). W oryginalnej postaci metoda pozwala na wyznaczenie opadu efektywnego w zależności od rodzaju utworów powierzchniowych, sposobu użytkowania terenu, opadów uprzednich oraz pory roku. Wielkość opadu efektywnego uzależniono ponadto od wielkości opadów wezbraniowych (Hawkins, 1979).

²Materiały te zostały udostępnione przez instytucje badawcze oraz urzędy gospodarki wodnej w trakcie odbywania stażu naukowego w Instytucie Hydrologii Uniwersytetu w Hannoverze w 1990 r.

Ostatni etap proponowanej metody pośredniej objął generowanie przepływów na podstawie modelu opad-odpływ. Przed przystąpieniem do tego zadania analizowano założenia różnych modeli hydrologicznych, odtwarzających reakcję zlewni na opad.

Biorąc pod uwagę cel pracy wybrano konceptualny model Nasha z uwzględnieniem zależności opracowanych przez Lutza (1984). Zaletą tego modelu jest mała liczba parametrów, które – skorelowane z charakterystykami opadu oraz wybranymi charakterystykami fizycznogeograficznymi – pozwalają na określenie funkcji transformującej opad w odpływ, a także w zlewniach o niedostatecznej kontroli hydrometrycznej.



Rys. 2. Porównanie maksymalnych przepływów prawdopodobnych według rozkładów empirycznych, teoretycznych oraz na podstawie modelu opad-odpływ: a) w zlewni Dramme, b) w zlewni Krummes Wasser

1 – rozkład empiryczny, 2 – metoda Gumbela, 3 – przedział ufności ($p = 0,68$) do metody Gumbela, 4 – rozkład logarymiczno-normalny, 5 – rozkład Weibulla, 6 – według modelu opad-odpływ

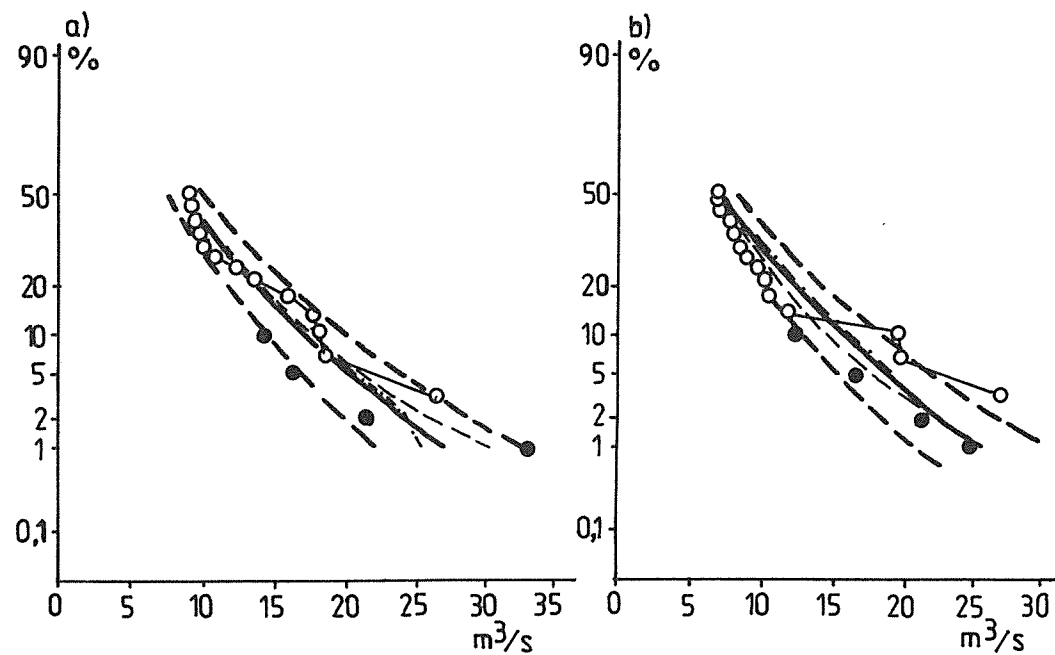
Fig. 2. Comparison of maximum probable runoff according to the empirical and theoretical distributions with the values obtained from the rainfall-runoff model: a) Dramme basin, b) Krummes Wasser basin
1 – empirical distribution, 2 – Gumbel method, 3 – confidence limit to the Gumbel method ($p = 0,68$), 4 – log-normal distribution, 5 – Weibull-2 distribution, 6 – according to the rainfall-runoff model

Dokładność odtwarzania letnich wezbrań opadowych sprawdzono porównując hydrogramy odpływu symulowane z obserwowanymi. Uzyskane wyniki potwierdziły przydatność modelu do odtwarzania przebiegu wezbrań opadowych oraz wyznaczania na tej podstawie przepływów maksymalnych.

Zweryfikowany w ten sposób model posłużył do przeprowadzenia eksperymentów numerycznych symulacji odpływu. Wejściem do modelu był opad o zmiennym czasie trwania oraz o różnym okresie powtarzalności. Badano więc zmienność przepływów kulminacyjnych w zależności od wysokości i czasu trwania opadów prawdopodobnych. Obliczenia symulacyjne wykonano w 48 wariantach. Spośród wszystkich obliczeń symulacyjnych wybrano syntetyczne fale wezbraniowe o największych przepływach kulminacyjnych. Analizowano wyniki w obrębie poszczególnych okresów powtarzalności. Wartości przepływów porównano z krzywymi prawdopodobieństwa określonymi metodą bezpośrednią.

Rysunki 2 i 3 przedstawiają wartości maksymalnych przepływów prawdopodobnych, wyznaczonych dwoma odrębnymi metodami:

- metodą bezpośrednią, tzn. na podstawie rozkładów statystycznych;
- proponowaną metodą pośrednią, tzn. na podstawie wyników symulacji.



Rys. 3. Porównanie maksymalnych przepływów prawdopodobnych według rozkładów empirycznych, teoretycznych oraz na podstawie modelu opad-odpływ: a) w zlewni Nette, b) w zlewni Ilme (Objaśnienia jak pod rys. 2)

Fig. 3. Comparison of maximum probable runoff according to the empirical and theoretical distributions with the values obtained from the rainfall-runoff model: a) Nette basin, b) Ilme basin (Explanations as under the figure 2)

Stwierdzono, że krzywe prawdopodobieństwa przewyższenia skonstruowane na podstawie wyników symulacji przebiegają na ogół poniżej krzywych empirycznych oraz teoretycznych. Dotyczy to wyników uzyskanych w przypadku wszystkich 4 analizowanych zlewni. Przepływy kulminacyjne generowane przez model opad–odpływ były jednoznacznie niższe w porównaniu z wartościami maksymalnych przepływów prawdopodobnych wyznaczonych metodą bezpośrednią. Wartości średnich odchyleń wynoszą w zlewni Dramme 7%, w zlewni Krummes Wasser 19%, w zlewni Nette 9% oraz w zlewni Ilme 12%. W pojedynczych przypadkach różnice te sięgają 20%.

Tabela 1. Prawdopodobieństwo osiągnięcia i przewyższenia przepływów maksymalnych określonych na podstawie modelu opad–odpływ

Table 1. Exceedance probability of maximum discharges obtained from the rainfall–runoff model

Zlewnia Catchment	Okres powtarzalności opadów (lata) Return period (years)			
	100 (1%)	50 (2%)	20 (5%)	10 (10%)
	Prawdopodobieństwo osiągnięcia i przewyższenia przepływów (%) Probability of exceedance (%)			
Dramme	1,2	2,7	7,5	12,5
Krummes Wasser	1,8	5,0	13,0	20,0
Nette	0,6	4,0	13,0	20,0
Ilme	1,5	2,4	8,5	22,0
Średnia Mean	1,3	3,5	10,5	18,6

Zależności między prawdopodobieństwem opadów maksymalnych a prawdopodobieństwem generowanych na ich podstawie przepływów maksymalnych podano w tab. 1. Z zestawienia wynika, że prawdopodobieństwo przewyższenia generowanych przepływów jest wyższe od prawdopodobieństwa opadów, które je powodują. W wyniku transformacji opadów o prawdopodobieństwach przewyższenia 1, 2, 5 i 10% uzyskano wartości przepływów o odpowiadających im prawdopodobieństwach średnio 1,3, 3,5, 10,5 i 18,6%. Jednocześnie należy podkreślić, że uzyskane w toku symulacji wartości maksymalnych przepływów mieszczą się na ogół w założonym przedziale ufności rozkładu statystycznego, dobranego do rozkładu empirycznego. Dotyczy to prawdopodobieństw 1 i 2%.

Na podstawie uzyskanych wyników można sformułować kilka wniosków.

1. Reakcja zlewni na opad, charakteryzowana wielkością odpływu oraz wysokością kulminacyjnych przepływów wezbraniowych, zależy w okresie letnim w głównej mierze od stanu uwilgotnienia zlewni. Może on być charakteryzowany wielkością

opadów uprzednich lub przepływem początkowym, rozpoczynającym falę wezbrania; w pracy wykazano, że ten ostatni lepiej przybliży faktyczny stan uwilgotnienia zlewni.

2. Obserwuje się dużą zmienność tzw. maksymalnej potencjalnej retencji zlewni, parametru charakteryzującego stan warunków początkowych w metodzie SCS, która w zmodyfikowanej formie mogła być zastosowana do wyznaczenia prawdopodobnego opadu efektywnego, po określeniu zależności między wielkością opadów wezbraniowych a wartością parametru metody.

3. Przepływy kulminacyjne uzyskane metodą pośrednią, tzn. z modelu opad-odpływ, były jednoznacznie niższe w porównaniu z wartościami maksymalnych przepływów prawdopodobnych wyznaczonych metodą bezpośrednią, chociaż wartości przepływów prawdopodobnych uzyskane z modelu mieszczą się na ogół w założonym przedziale ufności rozkładu statystycznego dobrane do rozkładu empirycznego; dotyczy to prawdopodobieństw wystąpienia i przewyższenia 1 i 2%, tzn. okresów powtarzalności 100 i 50 lat.

4. Uzyskane wyniki wskazują na możliwość stosowania hydrologicznych modeli konceptualnych do wyznaczania maksymalnych przepływów prawdopodobnych; w przypadku zlewni o niedostatecznej kontroli hydrometrycznej istnieje możliwość wyznaczania tych charakterystyk hydrologicznych na podstawie maksymalnych opadów prawdopodobnych i modeli hydrologicznych.

5. Kierunek dalszych badań powinien uwzględniać prace zmierzające do udoskonalenia metody wyznaczania opadu efektywnego. Wydaje się celowe opracowanie metody wyznaczania opadu efektywnego w zależności od przepływu początkowego oraz jej weryfikacji na podstawie bezpośrednich pomiarów stanu retencji zlewni.

Maszynopis wpłynął do redakcji 29 IX 1994 r.

Literatura

- Grobe B., 1977, *Die statistische Ermittlung von extremen Punktniederschlägen und deren Abminderung in Abhängigkeit von der Einzugsgebietsgrösse*. Wasser und Boden, nr 9.
- Haan C. T., Wilson B. N., 1987, *Another look at the joint probability of rainfall and runoff*. Hydrologic Frequency Modeling. Dordrecht, Reidel.
- Hawkins R. H., 1979, *Runoff curve numbers from partial area watersheds*. Journal of the Irrigation and Drainage. Proceedings of the ASCE, t. 105, nr IR4.
- Hjelmfelt A. T., 1980, *Empirical investigation of curve number technique*. Journal of the Hydraulics Division, Proceedings of the ASCE, t. 106, nr HY9.
- Ignar S., 1988, *Metoda SCS i jej zastosowanie do wyznaczania opadu efektywnego*. Prz. Geof. t. 33, nr 4.
- Kidd C. H. R., Packmann J. C., 1980, *Selection of design storm and antecedent condition for urban drainage design*. Institute of Hydrology, Report No. 61, Wallingford.
- Lutz W., 1984, *Berechnung von Hochwasserabflüssen unter Anwendung von Gebietskenngrößen*. Mitteilungen IHW, nr 24, Karlsruhe.
- Schaake J. C., Geyer J. C., Knapp J. W., 1967, *Experimental examination of the rational method*. Proceedings of ASCE, t. 93 (HY6).
- Soczyńska U., 1989, *Symulacja hydrogramów o zadanym czasie powtarzalności na podstawie analizy opadów*. Prz. Geof., t. 34, nr 2.

Summary

A commonly used indirect approach involves the estimation of design runoff from small areas/basins based on rainfall-runoff relations and rainfall frequency data. It is usually implicitly assumed that the flood discharge has the same probability of exceedance as the design storm. However in some reports it is emphasized that there is no unique relationship between return period of rainfall and runoff.

The objective of undertaken studies was to investigate the relationship between the probabilities of maximum precipitation and runoff. This has allowed conclusion that generally the rainfall return period can be assumed to be equal to runoff return period. However the observed differences between probabilities of exceedance were in some cases considerable.

Taking into account the postulate that the probabilities of flood discharge and rainfall differ insignificantly from each other, the simulation of flood hydrograph may be applied as a technique for extreme runoff estimation.

■ ■ ■ ■ ■ **PRZEGLĄD** ■ ■ ■ ■ ■
ZAGADNIENI NAUKOWYCH

Małgorzata GUTRY-KORYCKA

Zakład Hydrologii UW

**ODPŁYW POWIERZCHNIOWY JAKO FUNKCJA
RETENCJI PODPOWIERZCHNIOWEJ
(NA PRZYKŁADZIE BADAŃ JAPOŃSKICH)**

**OVERLAND FLOW AS THE FUNCTION
OF SUBSURFACE STORAGE
(ON THE EXAMPLE OF JAPANESE RESEARCH)**

Modelowanie matematyczne zasilania powierzchniowego i podpowierzchniowego w zlewni źródłowej, biorącego udział w transformacji opadu nawałnego w odpływ, pozwala ocenić rolę struktury zbocza w kształtowaniu tych procesów. Formowanie się składowych odpływu w zlewni zostało po raz pierwszy opisane w 1935 r. przez H o r t o n a. Infiltracyjna teoria Hortona stała się klasycznym opisem transformacji opadu w odpływ powierzchniowy w zlewni. Badania wielokrotnie potwierdzały tę teorię lub dowiodły, że empiryczne równanie infiltracji rządzące formowaniem odpływu powierzchniowego nie zawsze pozostaje spełnione. Chociaż naturalna zdolność infiltracyjna obszarów strefy klimatu umiarkowanego jest duża, hortonowski spływ powierzchniowy pojawia się w nich rzadko. Woda z opadów lub roztopów wsiąka w głąb gruntu i ulega bądź zatrzymaniu przez cząsteczki gleby i nie bierze udziału w formowaniu odpływu, albo odpływa w kierunku najbliższego cieku w postaci odpływu podpowierzchniowego, wytwarzającego się wzdłuż warstw o mniejszej przepuszczalności lub w makroporach i kanalikach glebowych. Czy woda zostanie zatrzymana, czy będzie krążyła, zależy od rodzaju i wilgotności gleby i od położenia stoku względem cieku. Woda infiltrująca bliżej cieku ma oczywiście większą szansę uformować odpływ powierzchniowy i podpowierzchniowy, a strefa saturacji w sąsiedztwie koryta może znacznie powiększać swoje rozmiary. Ruch wody w strefie saturacji jest na ogół szybszy niż w gruncie nienasyconym, przeto

[359]

istnieją warunki do bezpośredniego zasilania podziemnego cieką. W szczególnych przypadkach odpływ powierzchniowy może być dodatkowo zasilany z eksfiltracji, tzn. z podniesionego zwierciadła wód podziemnych. Zmienne w czasie i przestrzeni rozmiary strefy saturacji są, oprócz natężenia opadu, najważniejszym czynnikiem kształtującym odpływ powierzchniowy i podpowierzchniowy.

Od kilku już lat jest lansowana w hydrologii teoria kształtowania odpływu powierzchniowego ze zmiennych obszarów zasilania i podniesionego zwierciadła wód podziemnych, której zwolennikiem jest Atsunao Marui (1991) z Instytutu Badań Geologicznych Uniwersytetu w Tsukubie¹.

Badania Marui² są ważnym ogniwem w poznaniu tego problemu, pokazującym podejście eksperymentalne i laboratoryjne. Przyczyniły się one do empirycznego rozpoznania mechanizmu reakcji zbrocza na opad ulewny w źródłowej zlewni leśnej. Panowało powszechne przekonanie, że w zlewniach leśnych podlegających klimatowi wilgotnemu, jak np. w Japonii, nie wytwarza się odpływ powierzchniowy, zwany odpływem hortonowskim (Mosley, 1979).

Badania Dunne'a i Blacka (1970 a, b) oraz Freeze'a (1974) wskazują, że właśnie „nasycony odpływ powierzchniowy” odgrywa ważną rolę w kształtowaniu odpływu na stoku. Współdziałanie wód podziemnych w formowaniu się odpływu powierzchniowego stwierdzano wielokrotnie (Jones, 1978; Sklash, Farvolden, 1979). Jego bezpośrednią przyczyną jest wzrost ciśnienia powietrza międzyszczelinowego, powstającego w wyniku rozwijającego się w utworach porowatych frontu wilgoci. Takie przykłady zostały już opisane wcześniej w Japonii przez Tamurę (1969). Marui (1991) zaś próbuje wykazać związek między topografią, geologią i retencją wód podpowierzchniowych na stoku zbudowanym z utworów porowatych ułożonych warstwowo.

Charakterystyka eksperymentów. Badania przeprowadzono w leśnej zlewni źródłowej o powierzchni 22000 m², znajdującej się w północnej części wzgórza Tama. Tworzą ją stałe strumienie – dopływy rzeki Tama. Zlewnię pokrywają krzewy o wysokości 1–2 m, drzewa liściaste o gęstym ulistnieniu, przekraczające wysokość 15 m, oraz trawy i zarośla bambusowe z paprociami, tworzące gęsty łąn. Średnia roczna suma opadów w zlewni w 10-leciu 1976–1985 wyniosła 1488 mm. Strukturę geologiczną zlewni stanowią 3 warstwy, ułożone niemal poziomo: najniższej leży warstwa mieszana Renkoji, nad nią zalegają żwiry tworzące łóżysko rzeki, w stropie zaś leży warstwa ilów formacji Kanto. Terenowe badania eksperymentalne przeprowadzono na stoku o powierzchni 1530 m². W obrębie tego reprezentatywnego stoku tworzącego zlewnię źródłową Marui (1984) stwierdzał wielokrotnie odpływ powierzchniowy.

Badania geologiczne wykazały, że w najwyższej, dosyć płaskiej (od 0° do 27°) części zlewni źródłowej zalegają ility o miąższości 4 m. Warstwa żwirów formacji

¹ W Polsce dyskusję na temat zmiennych obszarów zasilania przeprowadziła Somorowska (1991).

² Pełny tekst z języka japońskiego tłumaczyła Małgorzata Fryźlewicz z Zakładu Japonistyki UW.

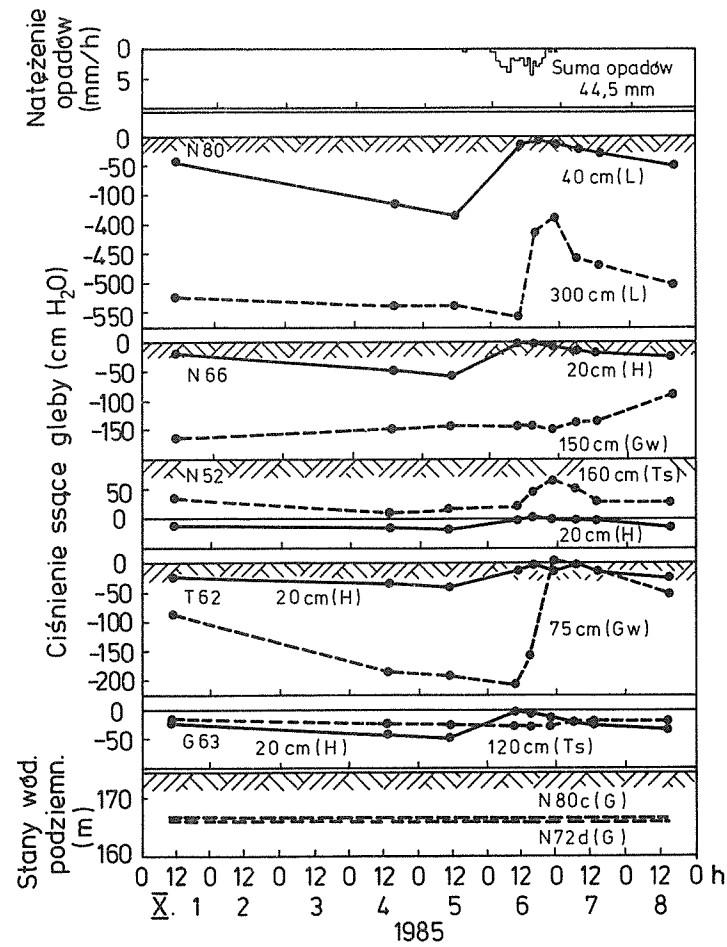
Gotentoge rozciąga się na wysokości 161–178 m n.p.m., tworząc strome zbocza o nachyleniu 45°. W strefie stropowej występują koluwia ilaste o miąższości zaledwie 1 m. Najniższy poziom doliny tworzy warstwa iluwialna formacji Renkoji, o grubości > 2 m. Warstwę drobnych żwirów o dużej porowatości (strefa Gotentoge) przykrywają ility (Kanto) o bardzo małej porowatości. Wartości współczynników filtracji wymienionych warstw są zróżnicowane; współczynnik przepuszczalności warstwy mieszanej Renkoji jest bardzo mały ($2,24 \cdot 10^{-6}$), co sugeruje, że wody podpowierzchniowe w tej strefie nie biorą udziału w formowaniu odpływu, stanowią natomiast jedynie bazę drenażu dla zlewni źródłowej. Struktura uziarnienia i średnica ziarn warstw wynosiła przeciętnie w strefie ilastej Kanto 0,095 mm, w niezwiertzałej części żwirów Gotentoge 0,61 mm, w zwiertzelinie żwirowej 0,28 mm, w zmiennej warstwie Renkoji 0,053 mm. Zwiertzelina żwirowa i głębsze warstwy żwiru wykazują podobną wartość uwilgotnienia. Sumaryczna zawartość wody w poszczególnych warstwach, odpowiadająca ich miąższościom, wynosiła: strefa ilasta Kanto wraz z próchnicą 1740 mm, strefa iluwialna (z próchnicą) 961 mm i strefa żwirów Gotentoge 6851 mm.

System pomiarowy składał się z 25 studzienek (piezometrów), wyposażonych od dołu w filtry, a 10 w limnigrafy oraz 44 tensjometry typu Tanaka (Tanaka i in., 1981) o średnicy 1,8 cm do pomiarów wysokości ciśnienia ssącego gruntu w 7 punktach zlewni. Profil zamykający stanowiło korytko spływowe typu Parshalla z limnigrafem pozwalającym na ciągły zapis odpływu ze zlewni. Przyjęto założenie, że zasięg zlewni powierzchniowej i podziemnej jest zgodny.

Od maja do listopada 1985 r. wystąpiły 22 epizody opadowe. Reakcja zlewni na nie była różna, tzn. zdarzył się przypadek, że odpływ powierzchniowy nie wystąpił, ale bezpośrednim celem badań autora było rozpoznanie warunków, w jakich proces odpływu powierzchniowego się wytworzył.

Przypadek braku możliwości uformowania się odpływu powierzchniowego ze zlewni. Rozpatrzmy reakcję zlewni źródłowej na opad deszczu 44,5 mm o dużym natężeniu, trwający od 5 do 6 października (rys. 1).

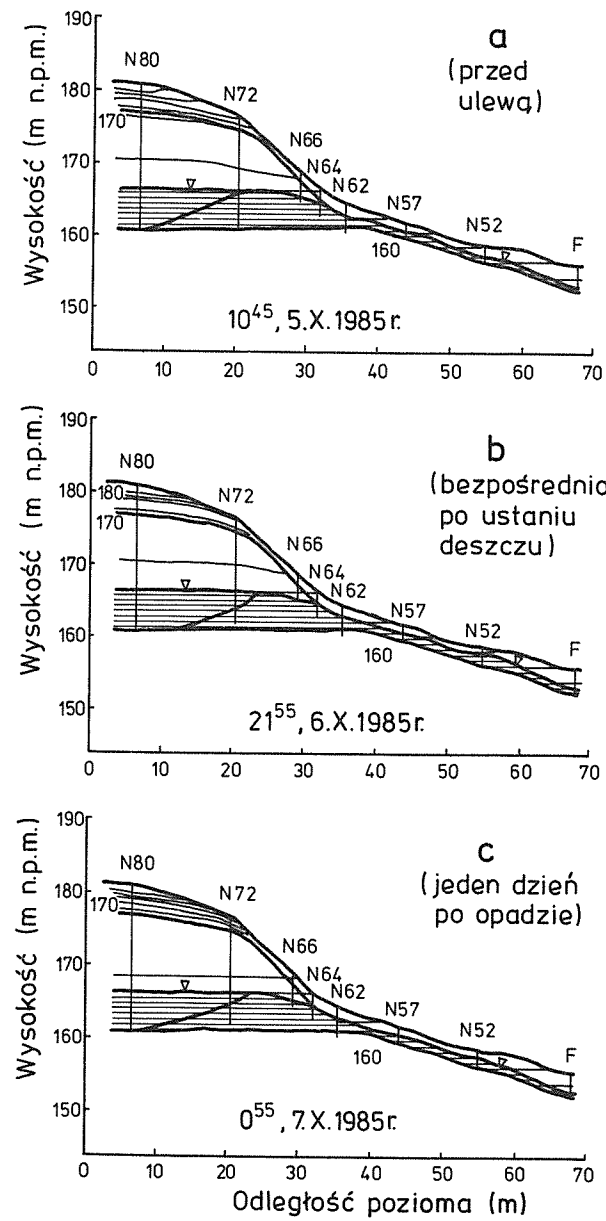
Stany wód podziemnych w okresie poprzedzającym były bardzo niskie, co potwierdziło znaczne wysuszenie gruntu. Natężenie opadów deszczu w momencie kulminacyjnym przekraczało 4,5 mm/h. Wzrost ciśnienia ssącego w gruntach świadczył o szybkiej reakcji zlewni na opady w wyniku infiltracji; w punktach reprezentujących zwiertzelinę żwirową zaznaczyło się dość znacznie jej opóźnienie. Autor tłumaczy to zmianą wartości ciśnienia w każdym punkcie gruntu, wywołującą cyrkulację wód podpowierzchniowych infiltrujących w dół. Strefa wód podziemnych wcale nie zareagowała na te opady nawalne. Mechanizm reakcji wód podpowierzchniowych wzdłuż linii przekroju geologicznego, ujęty w trzech etapach: a) przed ulewą, b) bezpośrednio po ustaniu deszczu i c) jeden dzień po nim, pokazuje rys. 2. Obszar zaszraflowany oznacza zasięg strefy saturacji, linie ekwipotencjalne natomiast wskazują wartości ciśnienia ssącego wód gruntowych, określające zasięg frontu zwilżania, zwłaszcza w powierzchniowej warstwie ility Kanto, gdzie zmiany te są



Rys. 1. Hydrologiczna reakcja zlewni podpowierzchniowej na opad ulewny w dniu 5-6 X 1985 r.
L – il, H – próchnica, Ts – gleba mieszana na zboczu, G – łóżysko żwirowe Gotentoge, Gw –
zwietrzała strefa żwirów łóżyska Gotentoge

Fig. 1. Hydrological response of the subbasin to the storm of October 5-6 1985
L – clay, H – humus, Ts – mixed soil on the slope, G – Gotentoge gravel bed, Gw – mantle waste
gravel zone of the bed Gotentoge

największe (etap b). Można uznać, że pojawienie się na wysokości 179-180 m n.p.m. linii ekwipotencjalnych jest konsekwencją depresji frontu zwilżania, a zagęszczenie ich wokół wysokości 176 m n.p.m. odpowiada warstwie granicznej między łąkami Kanto i żwirami Gotentoge. Aby wyjaśnić, dlaczego linie potencjalne nachylają się i rozdzielają po ustaniu deszczu, autor porównał wartość ciśnienia ssącego wód podpowierzchniowych z zawartością wilgoci w glebie w 5 punktach badawczych w stosunku do okresu poprzedzającego. Pozwoliło to na pokazanie przebiegu frontu wilgoci przemieszczającego się w warstwie ilastej do głębokości 1 m,



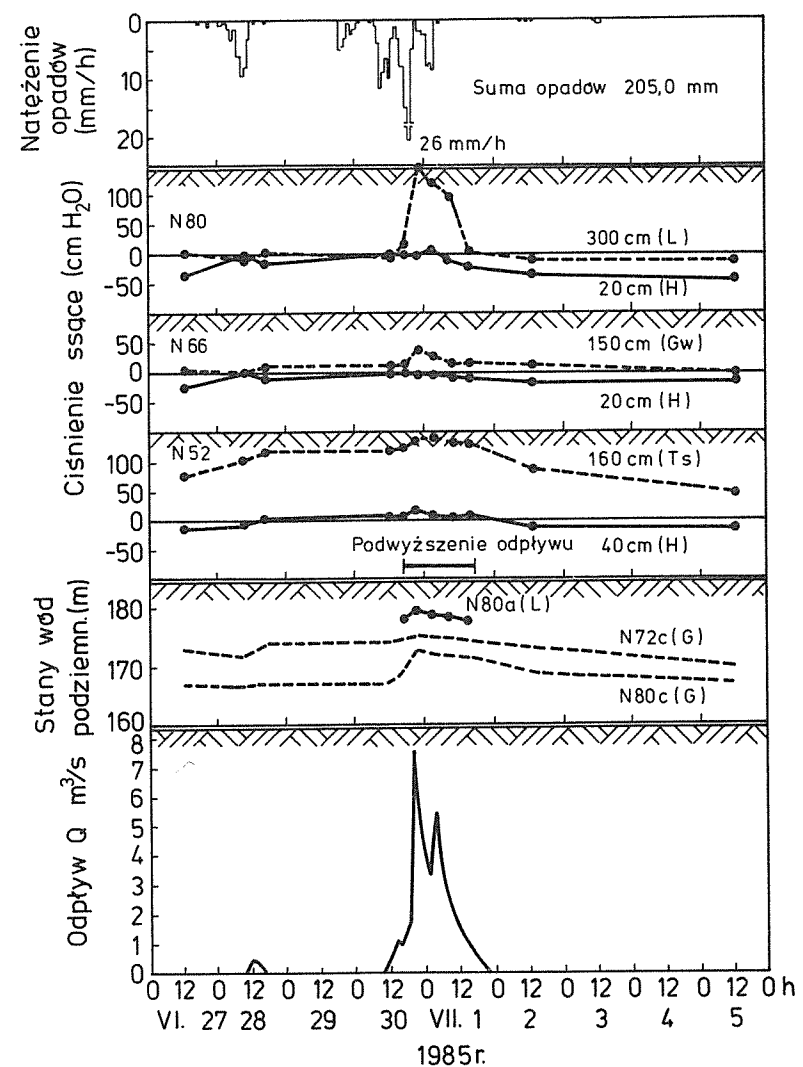
Rys. 2. Zmiany wód podpowierzchniowych zlewni w trakcie opadów bez wystąpienia odpływu powierzchniowego

Powierzchnia zaciemniona wskazuje na strefę wód podziemnych z ujemnym ciśnieniem ssącym: a – przed ulewą, b – bezpośrednio po ustaniu deszczu, c – jeden dzień po opadzie deszczu

Fig. 2. Change in the subsurface water behaviour of the subbasin during a storm with out overland flow generation

Shaded area indicates a groundwater body: a – before storm, b – just after rainfall, c – one day after rainfall

w najwyższym punkcie natomiast postępującego „wypychania” strefy o większej wilgotności gruntu związanej ze spągami ilów, w których następuje rozdział potencjału o dużym nachyleniu zwierciadła (rys. 2). W dolnej części zlewni, przed i po deszczu, nastąpiło wyrównanie uwilgotnienia; dopiero wówczas mógł wytworzyć się odpływ powierzchniowy. Jednak woda opadowa w górnej partii zlewni źródłowej szybko infiltrując napotkała znaczny spadek frontu wilgoci na głębokości 1 m i spłynęła w kierunku profilu zamykającego jako woda podpowierzchniowa, odpływ powierzchniowy zaś wcale nie wystąpił.



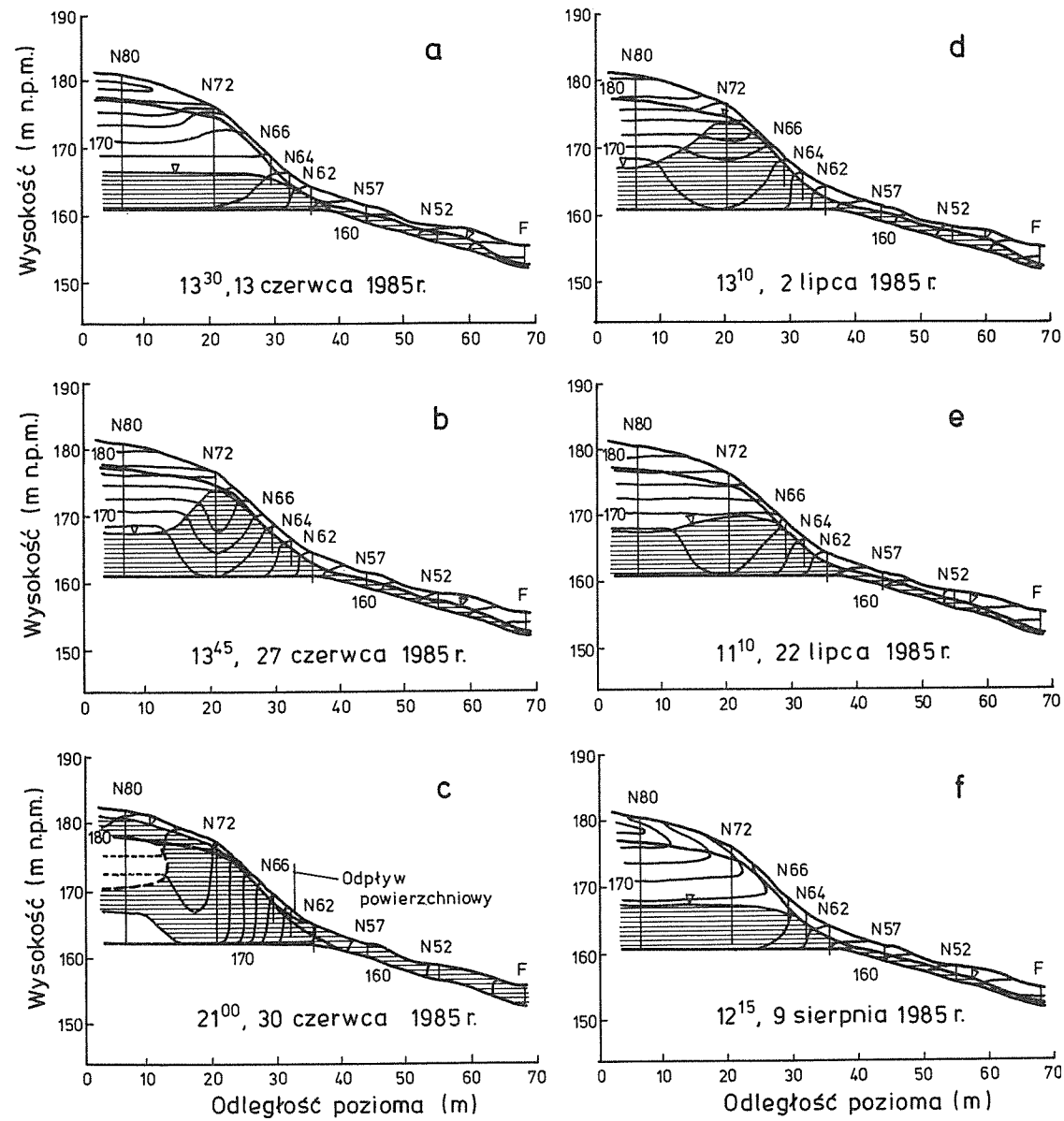
Rys. 3. Hydrologiczna reakcja zlewni na ulewę trwającą od 27 VI do 1 VII 1985 r.
Objaśnienia literowe jak na rys. 1

Fig. 3. Hydrological response of subbasin to the storm of June 27 – July 1 1985
Letter explanations as on Fig. 1

Przypadek uformowania się odpływu powierzchniowego ze zlewni. Rozpatrzmy następnie reakcję zlewni źródłowej na opad deszczu o wysokości 205 mm, natężeniu 26 mm/h, z bardzo mokrym okresem poprzedzającym (228 mm deszczu w ciągu dwóch tygodni) (rys. 3). Odływ powierzchniowy ze zlewni źródłowej wystąpił, podobnie jak opad, w dwóch etapach i był konsekwencją korzystnego warunku początkowego i bardzo szybkiej reakcji zlewni na opady o dużym natężeniu. Gdy odpływ powierzchniowy ze zlewni przekroczył $1,5 \text{ dm}^3/\text{s}$, w punkcie najwyższym zaobserwowano strefę mieszaną wód podziemnych dobrze nawietrzonych w łąkach Kanto, a w punkcie najniższym zaznaczył się odpływ wód podziemnych wykazujący tendencję wzrostową.

Mechanizm formowania się odpływu powierzchniowego w dolnej części zlewni źródłowej został przedstawiony na rys. 4. Wody podziemne w dniu 13 VI o godzinie 13³⁰, wiążące się z warstwą żwirów Gotentoge, utrzymywały się horyzontalnie (rys. 4a), a ułożenie linii potencjalnych oznaczało przemieszczenie się w dół wód podpowierzchniowych w łąkach Kanto. Opady, które wystąpiły później, w ciągu 14 dni spowodowały znaczne zmiany w strefie saturacji zbudowanej ze żwirów, w której wytworzył się stromy stok-grzbiet (rys. 4b). Jest on bardzo dużych wymiarów w porównaniu do innych grzbietów opisanych przez Ragana (1968) oraz Sklasha i Farvoldena (1979).

Opady ulewne o wysokości 205 mm poprzedziły utworzenie grzbietu wód podziemnych w szczytowym momencie ulewy, tzn. 30 VI o godzinie 21⁰⁰ (rys. 4c). Strefa saturacji, będąca w warunkach normalnego ciśnienia, ciągnęła się do wnętrza strefy ilastej Kanto; biorąc jednak pod uwagę kształt stoku przecinający grzbiet wód podziemnych, powietrze międzyszczelinowe w strefie żwirów Gotentoge zostało „wciągnięte” przez wody podziemne. Po nacięciu stoku grzbiet wód podziemnych przekształcił się w odpływ powierzchniowy (rys. 4b). Zmiana wód podziemnych w głębokich żwirach jest odpowiedzią na opady o dużym natężeniu. Wody podziemne, „wepchnięte” do wnętrza strefy ilastej Kanto, zwiększyły ciśnienie powietrza międzyszczelinowego wciągniętego w strefę żwirową Gotentoge. Z kolei przewyższyło ono ciśnienie normalne i wymusiło podniesienie się wód podziemnych w piezometrach obserwacyjnych. Utrwalono właściwą odpowiedź strefy saturacji na ulewę, ponieważ stan wód podziemnych szybko zmieniał się w pionie, lecz poziomego strumienia wody nie było. Szczytowe natężenie opadów odpowiadało maksymalnemu odpływowi powierzchniowemu $7,6 \text{ dm}^3/\text{s}$ i jego największemu zasięgowi przestrzennemu w zlewni. Maksymalny odpływ powierzchniowy był większy od $0,3 \text{ dm}^3/\text{s}$ i uformował się ze strefy saturacji o powierzchni 40 m^2 . Autor przypuszcza zatem, że 96% odpływu powierzchniowego jest to odpływ wtórny, „powracający”, wytwarzający się z wód podziemnych. Strefa powierzchniowa, z wyjątkiem punktu N72 (rys. 4c), może być całkowicie nasycona i są wówczas warunki, aby mógł wytworzyć się odpływ powierzchniowy (rys. 4c). Można zatem przyjąć, że nadwyżka opadów z górnej części zlewni wraz z wodą podpowierzchniową sływa szybko w dół stoku. Po zakończeniu ulewy strefa saturacji powstała w łąkach Kanto stopniowo kurczyła się (rys. 4d), a grzbiet wód podziemnych po upływie 38 dni całkowicie zanikł (rys. 4e-4f).



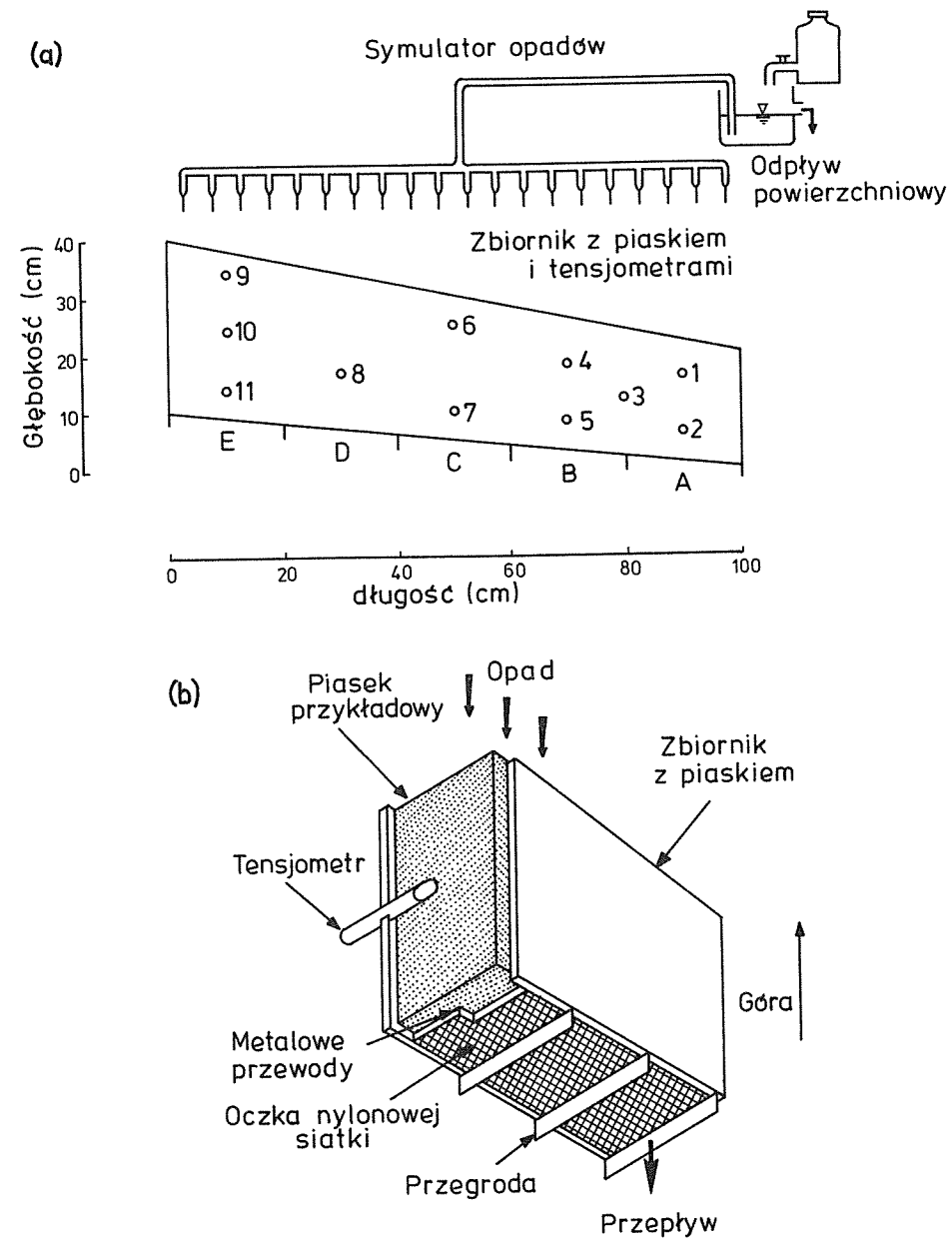
Rys. 4. Zmiany wód w zlewni podpowierzchniowej w trakcie opadów ulewnych wytwarzające odpływ powierzchniowy
Powierzchnia zasraflowana pokazuje rozciągłość strefy wód podziemnych; a-f – etapy formowania się odpływu powierzchniowego

Fig. 4. Change in the subsurface water behaviour of the subbasin during a storm with overland flow generation
Shaded area indicates a ground body; a-f – stages of overland flow formation

Stwierdzono dwa warunki konieczne do uformowania się odpływu powierzchniowego na zboczu: istnienie grzbietu wód podziemnych i rozciągłość strefy saturacji sięgającej do wnętrza warstwy ilów Kanto.

Formy retencji podpowierzchniowej a proces odpływu powierzchniowego z deszczów nawalnych. Gdy warstwa ilów wytworzy powierzchnię równinną w obrębie górnej części zlewni źródłowej, można wówczas wnioskować, czy już wytworzył się grzbiet wód gruntowych, przechodzący łukiem przez cały obszar stromego stoku. Grzbiet ten obejmuje żwirowy stromy stok i zbudowaną z ilów dolną partię zbocza. Rozmiar grzbietu przekracza 220 m², jego wysokość średnia wynosi 4,8 m, a porowatość warstwy żwirów osiąga zaledwie 15%; zasoby wód podziemnych zretencjonowane w nim wynoszą 160 m³ (780 mm). Zwierciadło wód podziemnych w punkcie N72 potwierdza taki układ grzbietowy w strefie żwirów, do którego zasilanie pochodzi ze strefy ilów (z powierzchni 896 m² woda jest dostarczana do grzbietu, co stanowi 95% wody opadowej). Ten przypadek następuje wówczas, gdy na górnym poziomie strefy zbudowanej z ziaren o dużej szorstkości zalega warstwa drobnoziarnista, w jej części spągowej zaś wytwarza się strefa saturacji o niskiej wartości ciśnienia, zwana wodą zawieszoną, kapilarnie podtrzymywaną (Rode, 1969). Stan ten powoduje siła naczyń włosowatych, pochodząca z różnicy pomiędzy średnicami porów obu stref. W wyniku zmiany spadku, na granicy między strefami następuje naruszenie równowagi hydrodynamicznej w warstwie wody zawieszanej, wówczas wody podpowierzchniowe zaczynają łatwo spływać w dół wzdłuż granicy obu stref. Średnie nachylenie ilów wynosi 7,8°; mimo bocznego strumienia wody zawieszanej, strefa ta ma wystarczające nachylenie, aby początkowo akumulować zasilanie opadowe przenikające pionowo, w stropie warstwy granicznej zaś tworzy się woda kapilarnie podtrzymywana, która mimo ujemnego ciśnienia ma warunki do spływu wzdłuż strefy saturacji. Ostatecznie w spągowej części ilów (N72) następuje dostarczanie wody do strefy grzbietu wód podziemnych. W drugiej fazie kształtowania się odpływu (od 17 VI do 2 VII) zaobserwowano ponownie grzbiet wód podziemnych, związany ze strefą ilów o powierzchni pozostającej w bezpośredniej relacji z sumą i natężeniem opadów poprzedzających.

Eksperymenty laboratoryjne jako podstawa modelu fizycznego. W celu wyjaśnienia mechanizmu przemieszczania się wód opadowych w warstwie ilów Kanto, w której następuje „pobudzenie” tworzenia się grzbietu wód podziemnych, zastosowano fizyczny model procesu. Schematyczne diagramy aparatury eksperymentalnej, złożonej z symulatora opadów i zbiornika akrylowego o wymiarach 40 cm × 100 cm × 10 cm, wypełnionego piaskiem, pokazuje rys. 5. Średnica ziaren piasku wynosiła 0,8 mm. W celu wyjaśnienia warunków ciśnienia i przemieszczania się wód powierzchniowych i podpowierzchniowych umieszczono 11 tensjometrów. Spadek dolnej i górnej ściany zbiornika z piaskiem odpowiadał nachyleniu warstwy ilów Kanto, a górna ścianka zbiornika była otwarta tak, aby woda z symulatora opadów stale zwilżała ziarna piasku. Dolną ściankę zbiornika z piaskiem pokryto siatką nylonową o średnicy oczka 0,4 mm, stanowiącą barierę, ale jednocześnie skonstruowaną tak, aby nie zakłócać pionowego i poziomego strumienia wody. Dno zbiornika zostało podzielone na 5 części, co pozwoliło na obserwację zmienności



Rys. 5. Schemat aparatury eksperymentalnej do symulacji procesów w zlewni podpowierzchniowej (a) i zbiornik z piaskiem i jego części składowe (b)

Fig. 5. Scheme of the experimental apparatus for simulation of hydrological processes in subsurface basin (a) and the sand tank and its component parts (b)

czasowej przecieku wody. Za pomocą symulatora opadów mocno zwilżono piasek, następnie przez tydzień przeprowadzono jego naturalne osuszanie. W momencie, gdy woda podpowierzchniowa w zbiorniku z piaskiem znalazła się w stanie

równowagi, rozpoczęto eksperyment; jego celem bezpośrednim było wyjaśnienie mechanizmu przemieszczania się wody podpowierzchniowej w dwóch warstwach o różnej średnicy ziarna. W trakcie eksperymentu zmieniono spadek dolnej ściany zbiornika. Wyniki eksperymentu zostały opisane w tab. 1 i na rys. 6. Stan

Tabela 1. Wyniki eksperymentów laboratoryjnych

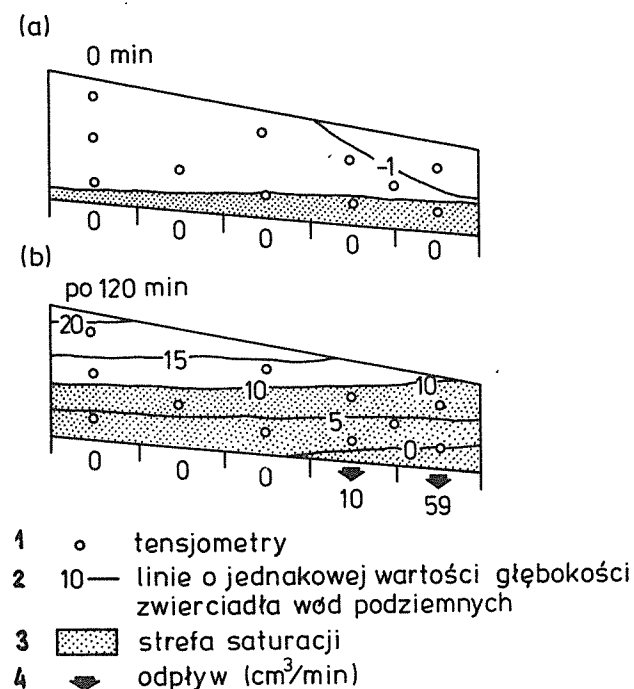
Table 1. Results of laboratory experiments

L.p. eksperymentu No. of experiment		A	B	C	D	E
1	T	15'40"	52'20"	—	—	—
	Q	6555	555	—	—	—
2	T	6'02"	17'37"	20'48"	27'54"	29'32"
	Q	2730	1070	2160	565	1015
3	T	5'00"	8'57"	18'20"	23'29"	—
	Q	6650	10680	1155	70	—
4	T	8'41"	9'55"	12'10"	18'35"	31'41"
	Q	2240	3505	2310	655	273
5	T	18'50"	56'47"	—	—	—
	Q	6140	1890	—	—	—

A-E – części zbiornika, T – czas wystąpienia odpływu, Q – suma odpływu (cm³/s)

A-E – sections of reservoir, T – time for discharge onset, Q – total discharge (cm³/s)

wód podpowierzchniowych w okresie poprzedzającym eksperyment pokazuje rys. 6a; po dostarczeniu opadów trwających 120 min, o natężeniu 46 mm/h, osiągnięto trwały stan systemu (rys. 6b). Wykonane eksperymenty nie potwierdziły uformowania się odpływu powierzchniowego w górnej ścianie zbiornika z piaskiem. Następnie otworzono dolną ścianę zbiornika, przypuszczano bowiem, że istnieje strefa żwirowa mająca w spągu wiele ziaren o tej samej średnicy porów. Przed eksperymentem woda kapilarnie związana – zawieszona, występująca w spągowej części zbiornika z piaskiem, utrzymywała równowagę hydrodynamiczną. Gdy skończył się opad ulewny, stan wód podziemnych obniżył się, wzrosła wilgotność piasku i rozszerzył się zasięg wody podtrzymywanej kapilarnie. Wyciek wody pojawił się w części A zbiornika po 5 min 40 s, w części B po 52 min 20 s (tab. 1), natomiast w częściach C–E odpływ się w ogóle nie wytworzył. W strefie saturacji uformowanej w zbiorniku można było stwierdzić cyrkulację pionową wód podpowierzchniowych (rys. 6b), które – podtrzymywane kapilarnie – nie mogły przeniknąć przez zbiornik wzdłuż jego dolnej ściany, a spadająca z góry woda



Rys. 6. Zmiany zwierciadła wód podziemnych w zbiorniku z piaskiem w chwili początkowej (a) i po 120 min (b)

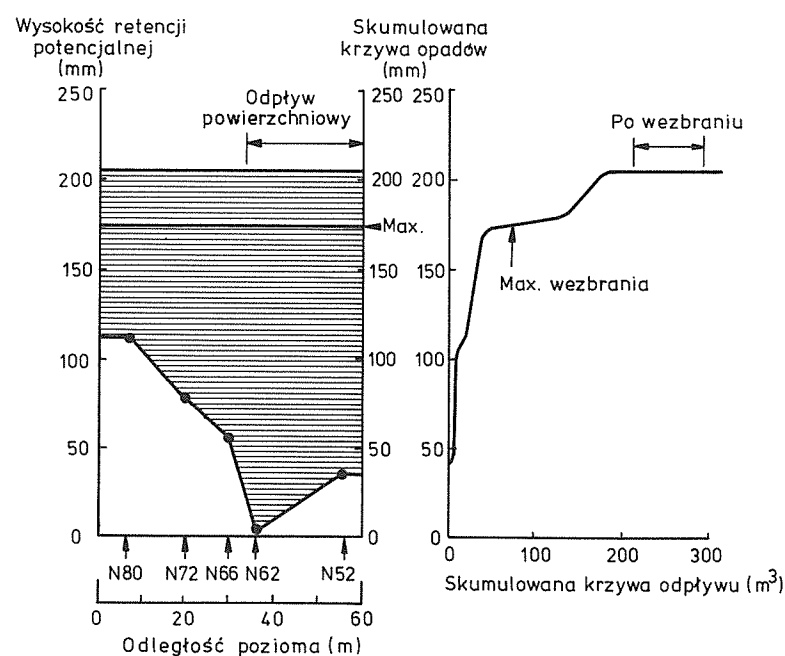
1 — tensjometry, 2 — linie jednakowego położenia zwierciadła wód podziemnych (cm), 3 — strefa saturacji, 4 — odpływ (cm^3/min)

Fig. 6. Change of groundwater behaviour in the sand tank: before experiment (a) and after 120 min of experiment (b)

1 — tensiometers, 2 — equipotential line and value of total head (cm), 3 — saturated zone, 4 — discharge (cm^3/min)

wydostawała się tylko z dolnej części zbiornika. Po zlikwidowaniu dolnej ściany zbiornika (eksperyment 2.) zaobserwowano wyciek ze wszystkich części zbiornika (A-E). Obydwa eksperymenty były podstawą weryfikacji poglądu R o d e' g o (1969), że przemieszczanie wody rozpoczyna się dopiero wówczas, gdy powierzchnia związanej wody podziemnej kapilarnie zawieszona ma pochylenie. Wyniki eksperymentu 3. do którego zużyto więcej wody, a wyciek nastąpił tylko z dolnej części zbiornika (części A-D), dowodzą, że czynnikiem pobudzającym wyciek wód podpowierzchniowych w strefie ilastej jest także natężenie opadu. Eksperyment 4. polegał na napełnieniu kasety takim samym piaskiem, jakim był wypełniony zbiornik (umieszczono ją przy dolnej ścianie zbiornika); odpływ wystąpił wówczas ze wszystkich części zbiornika (A-E). Marui tłumaczy to zjawisko w następujący sposób: gdy strefa stropowa jest zbudowana z ziarn o tej samej średnicy co wielkość porów, to wody podpowierzchniowe nie zakłócają przemieszczania się strumienia wody w dół. W trakcie przeprowadzania eksperymentu (5.) kasetę (zainstalowaną tylko w dolnej ścianie zbiornika z piaskiem) była wypełniona żwirem o średnicy

ziaren $\sim 5,7$ mm. Wyniki (podobnie jak eksperyment 1.) dały podstawę do stwierdzenia, że gdy warstwa gruntu w dolnej części zbiornika ma dużą porowatość, to wody podpowierzchniowe o charakterze zawieszonym napływają z dolnych partii zbiornika zgodnie ze spadkiem. Autor potwierdził zatem modelem fizycznym wcześniej wysuniętą hipotezę, że wody podpowierzchniowe w strefie ilastej Kanto przemieszczają się wzdłuż granicy ze strefą zwirową Gotentoge, którą zasilają strumieniem bocznym, uzależnionym od nachylenia powierzchni granicznej; zależą one od różnicy średnicy szczelin między ziarnami po obu stronach strefy granicznej i od natężenia opadów. Taki mechanizm tłumaczy formowanie się grzbietu wód podziemnych i formowanie się odcieku ze strefy saturacji.



Rys. 7. Relacja między rozkładem wysokości potencjalnej retencji wody stropowej oraz skumulowana krzywa opadu i odpływu
 Powierzchnia zasrafiowana oznacza nadmiar wody opadowej

Fig. 7. The relationship among the distribution of potential storage height of the top layer, cumulative curve of rainfall, and discharge
 Shaded area indicates excess rain water

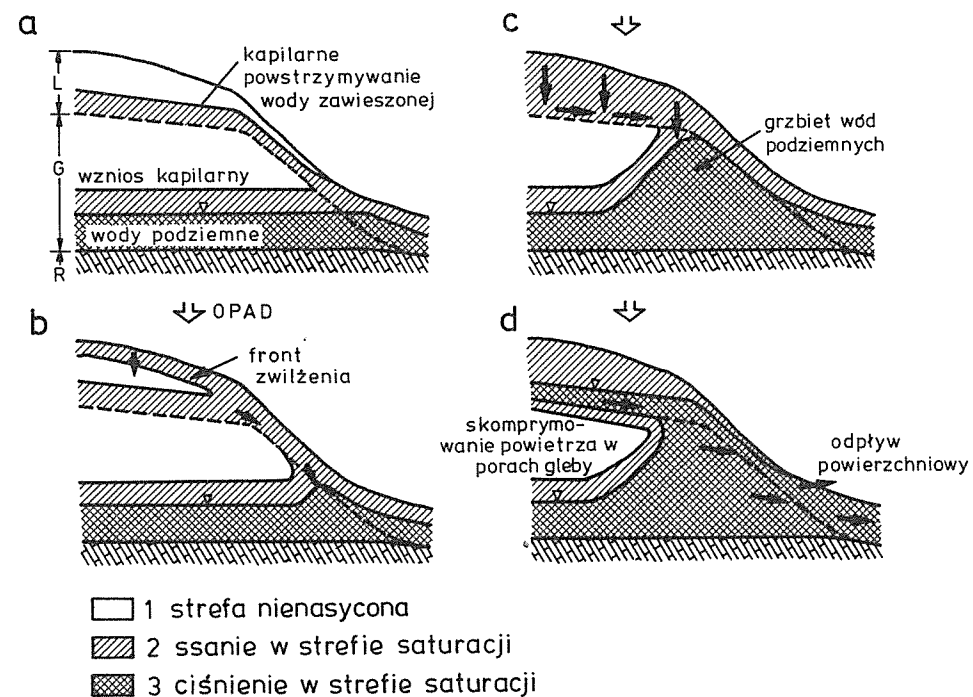
Wysokość retencji potencjalnej H_{ps} , wyrażonej za pomocą słupa wody przypadającego na jednostkę powierzchni, jak proponuje Marui (1986), można zapisać równaniem

$$H_{ps} = \int_0^z (n - \Theta) dz$$

gdzie: z — grubość warstwy gruntu strefy będącej przedmiotem eksperymentu 1.,

n – porowatość gruntu (bezwymiarowa), Θ – zawartość wilgoci w gruncie (bezwymiarowa). Na przykładzie deszczu o wysokości 205 mm obliczono retencję potencjalną strefy powierzchniowej w okresie poprzedzającym (27 VI godz 11⁴⁵), co pokazano na rys. 7. Obszar zakreskowany oznacza sumę wysokości retencji potencjalnej w każdym punkcie stropu warstwy po przekroczeniu nadwyżki wód opadowych. W punkcie N80 w okresie poprzedzającym może zatrzymać się najwięcej wody ($H_{ps} = 110$ mm) i może wytworzyć się odpływ powierzchniowy ograniczony tylko do dolnej partii zlewni źródłowej. Gdy ilość wód opadowych w dnie doliny (N62, N52) przekroczy całkowitą wysokość retencji potencjalnej, dopiero w tym momencie rozpoczyna się odpływ powierzchniowy, który wzrasta po przekroczeniu maksymalnej wysokości retencji potencjalnej w warstwie ilastej (N80, N72), aż do uzyskania kulminacji w chwili optymalnego rozciągnięcia strefy saturacji w warstwie ilastej (rys. 3 i rys. 7).

Marui przedstawił diagram formowania się czterech faz retencji podpowierzchniowej w nawiązaniu do odpływu powierzchniowego formującego się w warstwach zbocza (rys. 8). Pierwsza faza pokazuje strefę wód podziemnych przed opadem,



Rys. 8. Schematyczny diagram 4 faz (a-d) procesów retencji podpowierzchniowej i odpływu powierzchniowego na zboczu

1 – strefa nienasycona, 2 – strefa saturacji z ciśnieniem ssącym, 3 – strefa saturacji z porowatością

Fig. 8. Schematic diagrams of subsurface water storage 4 stages (a-d) and process of overland flow generation in a layered hillslope

1 – unsaturated zone, 2 – tension saturated zone, 3 – pressure saturated zone

ułożoną horyzontalnie w żwirach, woda kapilarnie podtrzymywana (zawieszona) ogranicza się natomiast tylko do spągowej warstwy ilów i nie zaznacza się w niej boczny strumień wody (rys. 8a). Druga faza przedstawia stan zbrocza podczas deszczu i warunek do ukształtowania się frontu zwilżania, utworzonego przez wodę zawieszoną, przesuwanego się w dół, a ograniczonego do warstwy ilów; woda zaczyna spływać wzdłuż granicy ilów i żwirów (rys. 8b). W obrębie grzbietu, jaki wytwarza stromy stok, zwierciadło wód podziemnych w żwirach zaczyna się lokalnie podnosić, zasilanie opadowe zaś szybko wzrasta i wymusza uformowanie się grzbietu w strefie saturacji (ryc. 8c). Po jego wykształceniu do ciśnienia atmosferycznego dodaje się ciśnienie powietrza międzyszczelinowego, które przeciwdziała przemieszczaniu się wody (ryc. 8c). Po uformowaniu się grzbietu wód podziemnych podczas ulewy zostaje naruszona równowaga hydrodynamiczna wody zawieszanej, kapilarnie podtrzymywanej, a boczny strumień wody odpływającej kieruje się zgodnie ze spadkiem (rys. 8d). Wzrost ciśnienia międzyszczelinowego staje się bezpośrednio przyczyną, że wody podpowierzchniowe zgromadzone w grzbiecie strefy saturacji zaczynają spływać w dół doliny po powierzchni terenu.

W wyniku symulacji fizycznej przeprowadzonej w laboratorium i pomiarów na stoku eksperymentalnym udało się autorowi rozpoznać mechanizm kształtowania się odpływu powierzchniowego podczas ulewnego deszczu w obrębie stoku górskiego Tama. „Grzbiet” pojawiający się w strefie saturacji, o dużych, niespotykanych dotąd rozmiarach, jest funkcją budowy geologicznej, zwłaszcza porowatości i spadków warstw. Proces „wtórnego odpływu powierzchniowego” dosyć powszechnie występuje w zlewniach górskich podczas wezbrań. Szkoda, że autor dysponując tak bogatym materiałem pomiarowym, nie opisał przebiegu procesu w formie równań hydrodynamicznych i nie przedstawił weryfikacji modelu matematycznego. Analityczny sposób ujęcia topograficznych, geologicznych i hydrologicznych cech zlewni źródłowej, uwzględniający zarówno odpływ powierzchniowy i podpowierzchniowy formujący się z aktywnej strefy saturacji, powinien być poddany dalszym badaniom teoretycznym i empirycznym, pozwalającym na weryfikację klasycznego modelu spływu po stoku sformułowanego przez Hortona.

Maszynopis wpłynął do redakcji 28 IX 1994 r.

Literatura

- Dunne T., Black R. D., 1970a, *An experimental investigation of runoff production in preambled soils*. Water Resour. Res., t. 6.
- Dunne T., Black R. D., 1970b, *Partial area contribution to storm runoff in a small New England watershed*. Water Resour. Res., t. 6.
- Freeze R. A., 1974, *Streamflow generation*. Rev. Geophys. Space Phys., t. 12.
- Jones J. A. A., 1978, *Soil pipe networks: distribution and discharge*. Univ. Coll. Wales Press, Wales.
- Marui A., 1984, *Study on soil erosion in a small forested basin*. Master of Science Thesis, Univ. Tsukuba.
- Marui A., 1986, *Subsurface water storage and runoff processes in a layered hillslope*. Doctor of Sciences Thesis, Univ. Tsukuba.
- Marui A., 1991, *Rainfall-runoff processes and function of subsurface water storage in a layered hillslope*. Geogr. Review of Japan, nr 64A-3.

- Marui A., Yasuhara M., Tanaka T., Takayama S., 1984, *A microcomputer automatization system for the particle size analysis*. Hydrology, t. 14.
- Mosley M. P., 1979, *Streamflow generation in forested watershed, New Zealand*. Water Resour. Res., t. 15.
- Ragan R. M., 1968, *An experimental investigation of partial area contribution*. Proc. Internat. Assoc. Sci. Hydrology, t. 76.
- Rode A. A., 1969, *Theory of soil moisture*. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.
- Sklash M. G., Farvolden R. N., 1979, *The role of groundwater in storm runoff*. Journal Hydrol., t. 43.
- Somorowska U., 1991, *Podstawy modelowania obszarów zasilania w zlewni*. Prace i Studia Geograficzne, t. 12, Warszawa, Wyd. UW.
- Tamura T., 1969, *A series of micro-landform units composing valley-heads in the hills near Sendai*. Sci. Rep. Tohoku Univ., seria 7 (Geogr.), nr 19.
- Tanaka T., Sakai H., Yasuhara M., 1981, *Detection of dynamic response of subsurface water during a storm event with tensiometer and piezometer nests*. Hydrology, t. 11.

Summary

A review of main approach of Japanese author dr Atsunao Marui at Tsukuba University applied in rainfall—surface runoff of physical modelling is presented. Chosen empirical and physical model generation of overland flow in the source basin on the hillslope Tama are described. Analytical and empirical presentation of topographical and particular hydrogeological characteristics of the slope was introduced. Change in the subsurface water behaviour of the subbasin during a storm and after storm was empirical discussion point of view. Physical and hydrological simulation within experimental studies in the small basin and in the laboratory are showing hydrological response of the subbasin on the storm and in conditions of the subbasin, in which overland flow or no overland flow is generation. This paper was verified and described Marui's results reported by Japan hydrological studies and suggests this kind of studies could be a direction of further empirical hydrological concept.

STULECIE SŁUŻBY HYDROGRAFICZNEJ AUSTRII
 – UROCZYSTOŚCI JUBILEUSZOWE
 (Wiedeń, 12–14 IV 1994 r.)



Data uruchomienia służby hydrograficznej Austrii¹ nie została jednoznacznie ustalona; przyjmuje się, iż nastąpiło to 14 X 1893 r. ogłoszeniem w gazecie *Wiener Zeitung* powołania Centralnego Biura Hydrograficznego w Ministerstwie Spraw Wewnętrznych Austrii. Oficjalne opublikowanie statutu służby nastąpiło dopiero 14 XII 1894 r. w tejże gazecie. Uroczystości jubileuszowe odbyły się przeto z ponad półrocznym opóźnieniem; nadano im jednak oprawę międzynarodową. Spotkanie rozpoczęło się nader uroczyście (12 IV) otwarciem wystawy „Żywa woda” (*Lebendiges Wasser*) w pięknym gmachu Muzeum Historii Przyrody w Wiedniu (*Naturhistorisches Museum Wien*). Otwarcia wystawy dokonał Minister Rolnictwa i Leśnictwa dr Franz Fischer; licznie zgromadzonych gości z całej niemal Europy pozdrowili: inż. Helmut Schreiber – kierownik

Centralnego Biura Hydrograficznego, w imieniu Międzynarodowej Asocjacji Nauk Hydrologicznych Henry J. Collenbrander – Sekretarz Generalny IAHS, w imieniu Światowej Organizacji Meteorologicznej John C. Rodda – dyrektor Departamentu Hydrologii i Zasobów Wodnych WMO oraz w imieniu UNESCO Andreas Szöllösi-Nagy – dyrektor Wydziału Nauk o Wodzie. Wystawa, przewidziana dla ogółu do końca lipca 1994 r., została zaprojektowana przez zespół specjalistów, któremu przewodził doc. Franz Nobilis, znany hydrolog austriacki. Wystawa rozpoczyna się od części historycznej, pokazującej m.in. pierwsze obserwacje stanów wody Nilu od roku 2800 p.n.e., główną wszakże część stanowi nader plastycznie przedstawiony obieg wody w przyrodzie i poszczególne jego składowe; w części końcowej sporo miejsca zajmują nowe przyrządy i urządzenia pomiarowe oraz służba prognoz hydrologicznych. O treści wystawy informuje skromny, kolorowy folder.

Główna część uroczystości z okolicznościowymi wystąpieniami i referatami naukowymi odbyła się (13 IV) w sali Austriackiej Akademii Nauk. Gości powitał Sekretarz Generalny Akademii prof. Karl Schlögl i kierownik Sekcji Gospodarki Wodnej i Budownictwa Wodnego w Ministerstwie Rolnictwa i Leśnictwa prof. Wolfgang Stalzer.

Sesja miała uroczysty charakter jubileuszowy. Prof. W. Kresser (Politechnika Wiedeńska) wygłosił referat przeglądowy o historii hydrologii do 1893 r., tj. do chwili powołania służby hydrologicznej w Austrii. Z kolei dyrektor służby inż. H. Schreiber omówił przeszłość, teraźniejszość i przyszłość służby. Przy okazji warto wspomnieć o początkach służby hydrologicznej Austrii, a wiąże się ona z naszym wybitnym rodakiem Romualdem Iszkowskim (1848–1904). W 1892 r., z inicjatywy Austriackiego

¹ W Austrii nie zmieniono dotychczas nazwy służby na „hydrologiczną” (przyp. Z.M.).

Związku Inżynierów i Architektów (*Österreichische Ingenieur- und Architektenverein*), powołano komitet doradczy w celu opracowania statutu organizacyjnego służby hydrograficznej, do którego zaproszono m.in. Romualda Iszkowskiego; stał się on jednym z twórców służby.

Współczesna służba hydrologiczna Austrii (*Hydrographischer Dienst in Österreich*) podlega Ministerstwu Rolnictwa i Leśnictwa (*Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft*) i opiera się na terenowych Oddziałach Hydrograficznych przy 9 urzędach krajowych (*Ämter der Landesregierungen*) i ok. 2500 obserwatorach obsługujących: 1300 posterunków opadowych, 790 wodowskazowych, 2900 wód gruntowych i innych. Służbie podlegają też Dyrekcje Dróg Wodnych. Dalsze referaty poświęcono współczesnym zagadnieniom hydrologicznym. Dotyczyły one: ekstremalnych wezbrań w małych zlewniach (D. Gutknecht – Politechnika Wiedeńska), modelowania opadów ekstremalnych (T. Haider, P. Kahlig – Uniwersytet Wiedeński), statystyki opadów ekstremalnych (G. Skoda – Uniw. Wied.), zlewni eksperymentalnych (H. Bergmann – Politechnika w Grazu), roli śniegu i lodu w obiegu wody w Austrii (M. Kuhn – Instytut Meteorologii i Geofizyki w Innsbrucku), zdalnego rozpoznania w hydrologii (H. Rott – Uniw. w Innsbrucku), zastosowania geograficznych systemów informacyjnych przy modelowaniu wód gruntowych (P. Nachtnebel – Uniwersytet Gleboznawstwa w Wiedniu), kosztów i zysków danych hydrograficznych (F. Nobilis – Centralne Biuro Hydrograficzne w Wiedniu). Teksty referatów, łącznie z wystąpieniami okolicznościowymi, zostały opublikowane w specjalnym podwójnym zeszycie miesięcznika *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft* (z. 3/4, 1994 r. *100 Jahre Hydrographischer Dienst in Österreich*), udostępnionego uczestnikom uroczystości. Wieczorem (13 IV) odbyło się przyjęcie we wspólnym saloniu pałacu cesarskiego Schönbrunn.

Z okazji 100-lecia Służby Hydrograficznej Austrii powołano do życia Austriackie Towarzystwo Hydrologiczne (*Österreichische Gesellschaft für Hydrologie – ÖGH*); wymaga to wszakże oddzielnego omówienia.

Na zakończenie uroczystości (14 IV) zorganizowano dwie wycieczki terenowe; 1) w dolinę Dunaju poniżej Wiednia (ochrona przeciwpowodziowa, elektrownia wodna Greifenstein, teren planowanego parku narodowego w dolinie Dunaju i inne); 2) na południowy basen wiedeński (wodociąg wiedeński Moosbrunn i Kaiserbrunn, wody mineralne Edelstal i inne).

100-lecie Służby Hydrograficznej Austrii ma dla nas szczególne znaczenie, jako że z tradycji tej służby wywodzi się nasza służba. Należy żałować jedynie, że zabrakło na tej uroczystości naszych oficjalnych przedstawicieli.

Zdzisław Mikulski

I POSIEDZENIE KOMITETU NARODOWEGO ds. MIĘDZYNARODOWYCH PROGRAMÓW HYDROLOGICZNYCH (Warszawa 4 V 1994 r.)

Pierwsze posiedzenie Komitetu odbyło się w gmachu Pałacu Kultury i Nauki. Przewodniczący prof. Zdzisław Kaczmarek wskazał w słowie wstępnym na znaczenie międzynarodowych programów hydrologicznych oraz konieczność zapewnienia przepływu informacji pomiędzy koordynatorami krajowymi i zagranicznymi. Obok dużych organizacji międzynarodowych tradycyjnie zajmujących się naukami o wodzie tematyką hydrologiczną zaczynają się interesować także inne instytucje, np. w ramach INQA powstała komisja paleohydrologii, rodzą się też nowe inicjatywy naukowe, np. BALTEX.

Specyfiką badań hydrologicznych jest to, że ich podstawą są dane pomiarowe. Na posiedzeniu wielokrotnie podnoszono sprawę udostępniania danych hydrologicznych z archiwum Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej do celów wymiany międzynarodowej. Zakup danych z IMGW na zasadach komercyjnych jest w przypadku współpracy międzynarodowej niemożliwy, gdyż programy te są najczęściej przedsięwzięciem czysto naukowym, bez źródeł finansowania na zakup danych (np. FRIEND). W trakcie dyskusji na ten temat postanowiono, że Komitet podejmie odpowiednie starania o uzyskanie dostępu do danych hydrologicznych przeznaczonych do wymiany w ramach programów międzynarodowych.

Omówiono także sytuację Międzynarodowego Programu Hydrologicznego UNESCO. Dyrektor Generalny UNESCO powołał komisję, której celem będzie ocena dokonań MPH w okresie ostatnich 10 lat, obejmujących III i IV fazę współpracy międzynarodowej. Ocena ta posłuży z pewnością do wytyczenia kierunku rozwoju programu w V fazie, która obejmuje lata 1996–2001.

Nowym przedsięwzięciem badawczym jest BALTEX, który powstał z inicjatywy Niemiec i Szwecji, w ramach dużego programu GEWEX (Global Energy and Water Experiment), którym opiekuje się WMO i IAHS. Przedmiotem badań BALTEX będzie opracowanie modelu atmosfery i procesów hydrologicznych w zlewisku Bałtyku. Powstały grupy robocze pracujące nad szczegółowym planem badań oraz utworzeniem wspólnej bazy danych.

W trakcie dyskusji powracał także temat finansowania badań prowadzonych w ramach współpracy międzynarodowej. Uzyskiwanie dotacji z KBN na tego rodzaju przedsięwzięcia nie zawsze jest możliwe, pewne nadzieje wiąże się z tematami zamawianymi lub ewentualnym uczestnictwem w Międzynarodowym Programie Klimatycznym.

Informację o powołaniu Komitetu zamieściliśmy w *Przeglądzie Geofizycznym* (z. 2, 1994).

Artur Magnuszewski

NAGRODA NAUKOWA im. MIKOŁAJA KOPERNIKA FUNDACJI MIASTA KRAKOWA

W 1873 r. Rada Miejska Krakowa ustanowiła fundację nagrody naukowej im. Mikołaja Kopernika, która była przyznawana do wybuchu II wojny światowej. W dniu 9 lipca 1993 r. Rada Miasta Krakowa podjęła uchwałę nr XC/581/93 o ponownym ustanowieniu fundacji nagrody naukowej im. Mikołaja Kopernika (załącznik).

Na podstawie § 4 powyższej uchwały nagroda będzie przyznawana przez Polską Akademię Umiejętności, która powołała Komisję do spraw Nagrody. Komisja po przeprowadzeniu konsultacji w sprawie interpretacji § 1 uchwały Rady Miasta ustaliła, że przyznawanie nagród w 1995 r. będzie rozpatrywane w następujących dziedzinach nauki: astronomia, geodezja, geofizyka, geografia fizyczna, ekonomia, filozofia przyrody, medycyna, obronna sztuka wojskowa i prawo.

Do nagród mogą być zgłaszane prace naukowe indywidualne i zespołowe, opublikowane w języku polskim lub dowolnym języku kongresowym przez autorów Polaków lub przez autorów innych narodowości, związanych z nauką polską. Zgłoszone prace będą opiniowane przez członków Polskiej Akademii Umiejętności i przez Komisję Nagrody (§§ 3 i 4 regulaminu nagrody).

Do nagród 1995 roku można zgłaszać w terminie do 31 grudnia 1994 r. prace naukowe opublikowane w latach 1990–1994, pod adresem: Polska Akademia Umiejętności, Komisja do spraw Nagrody Naukowej im. Mikołaja Kopernika, ul. Sławkowska 17, 31-016 Kraków.

Za Komisję Nagrody
Dr Jan Mietelski
Sekretarz

Prof. Michał Odlanicki-Poczobutt
Przewodniczący

UCHWAŁA NR XC/581/93
Rady Miasta Krakowa z dnia 9 lipca 1993 r.
w sprawie ustanowienia nagrody im. Mikołaja Kopernika

Przed stu dwudziestu laty ówczesna Rada Miejska w Krakowie dla uczczenia czterechsetnej rocznicy urodzin Mikołaja Kopernika ustanowiła fundację jego imienia, z funduszy której Polska Akademia Umiejętności przyznawała co pięć lat nagrody z zakresu astronomii i nauk z nią spokrewnionych. Tradycję tych nagród przerwał wybuch II wojny światowej.

Pragnąc kontynuować tę tradycję Rada Miasta Krakowa w pięćsetną rocznicę studiów Mikołaja Kopernika w Akademii Krakowskiej, działając na podstawie art. 18 ust. 1 ustawy z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie terytorialnym (Dz. U. Nr 16 poz. 95, Nr 32 poz. 191, Nr 34 poz. 199, Nr 43 poz. 253, Nr 89 poz. 518, z 1991 r. Nr 4 poz. 18, Nr 110 poz. 473 i z 1992 r. Nr 85 poz. 428, Nr 100 poz. 499) Rada Miasta Krakowa uchwała, co następuje:

§1.

Ustanawia się nagrodę naukową im. Mikołaja Kopernika fundacji Miasta Krakowa w dziedzinie astronomii i innych nauk uprawianych przez Mikołaja Kopernika, między innymi geodezji, geofizyki i geografii fizycznej, zwaną dalej „nagrodą”.

§2.

Nagroda stanowi wyróżnienie wybitnych prac opublikowanych w dziedzinach wymienionych w § 1.

§3.

Nagrodę przyznaje się co pięć lat poczynając od roku 1995.

§4.

Nagrodę przyznaje Polska Akademia Umiejętności według przez siebie przyjętego regulaminu nagród.

§5.

Wyróżniony nagrodą otrzymuje dyplom i nagrodę pieniężną wynoszącą równowartość trzymiesięcznego uposażenia profesora zwyczajnego w Uniwersytecie Jagiellońskim.

§6.

Nagrodę wypłaca się z budżetu miasta Krakowa.

§7.

Nagrodę wręczają Prezydent Miasta Krakowa i Prezes Polskiej Akademii Umiejętności na uroczystej sesji Rady Miasta Krakowa, zwoływanej specjalnie w tym celu.

§8.

Uchwała wchodzi w życie z dniem ogłoszenia w Gazecie Urzędowej Miasta Krakowa.

Wiceprzewodniczący Rady
Bogusław Krasnowolski

wykorzystuje 6 modeli numerycznych: GFDL, GISS, NCAR, UKMO, OSU i CCC, opracowanych w najlepszych ośrodkach naukowych na świecie.

Ze względu na przyszłość i ewolucję klimatu Ziemi, która jest prognozowana na tle założonych scenariuszy zmian dwutlenku węgla w atmosferze, szczegółowo przedstawia zmiany CO₂ w atmosferze w ciągu ostatnich 300 lat. Rozpatruje je w powiązaniu z cyklem biochemicznym i cyklem hydrologicznym, wynikającym z przesłanek energetycznych, demograficznych i zmian w użytkowaniu powierzchni Ziemi.

Szczególną rangę nadaje sprzężeniom zwrotnym w systemie klimatycznym Ziemi, relacjom między natężeniem promieniowania słonecznego, zwłaszcza zmianom wielkości albedo a rozkładem temperatury i wilgotności powietrza oraz rolą, jaką w tym odgrywa oceanosfera, litosfera i biosfera.

Scenariusze zmian klimatycznych, jak sądzi autor, muszą wpływać nie tylko z przesłanek geofizycznych, ale także z polityki energetycznej świata, zmienności aktywności słonecznej, emisji antropogenicznej i działalności wulkanicznej. Przy tym analizuje poglądy i hipotezy, często kontrowersyjne na ten temat. Konsekwencje i mechanizmy rządzące zmianami klimatu są odniesione do treści raportu IPCC i konferencji UNCED w Rio de Janeiro na temat „Środowisko i rozwój”.

Książka kończy się rozdziałem wskazującym drogi poszukiwania najkorzystniejszych rozwiązań przygotowujących świat do zmian klimatu i działań w ramach wielu międzynarodowych projektów badawczych: WOCE, TOGA, IPCC, GEWEX, IGBP-Global Change, UNEP, MaB, WMO i konwencji międzynarodowych związanych z ochroną klimatu. Na tle wymienionych projektów został przedstawiony program badawczy krajów Beneluxu.

Tę niezwykłą książkę, stanowiącą podsumowanie współczesnej wiedzy na temat zmian klimatu Ziemi, zamyka rozdział, którego przesłaniem jest sentencja: „My nie dysponujemy tylko dziedzictwem Ziemi naszych ojców, lecz także pożyczamy z dziedzictwa Ziemi naszych dzieci”. Ograniczenie emisji gazów szklarniowych i CO₂ w poszczególnych sektorach: gospodarstwach domowych, rolnictwie, alternatywnych źródłach energii, zmianie paliw, produkcji zanieczyszczeń, na tle polityki, eksplozji demograficznej i etyki ochrony środowiska – to główne cele działań decydujących o przyszłości klimatu Ziemi.

Na końcu książki zamieszczono leksykon obejmujący wyjaśnienia i definicje 120 pojęć przewijających się w tekście. Obszerna bibliografia, podzielona na pozycje podstawowe i specjalistyczne, stanowi zbiór najnowszej literatury przedmiotu. Należy nadmienić, że prace samodzielne autora lub wspólne z innymi stanowią 24 pozycje. Książka zawiera wiele barwnych map, wykresów i fotografii satelitarnych, które zostały udostępnione autorowi przez NASA i Goddard Space Flight Center (USA). To nowoczesne, obszerne dzieło naukowe powinno być przetłumaczone na język polski.

Małgorzata Gutry-Korycka

Bonacci O. *Oborine. Glavna ulazna velicina u hidroloski ciklus*. GEING, Split 1994; ss. 341, rys. 168, tab. 49.

Monografii poświęconych opadom atmosferycznym wydano dotychczas na świecie niewiele. Pamiętamy, dziś już klasyczny, podręcznik Masona *Clouds, rain and rainmaking*, korzystamy z kilku prac rosyjskich, zwłaszcza z obszernej książki Litwinowa *Osadki na powierzchni ziemi*, ale przede wszystkim cytujemy monografię Grahama Sumnera *Precipitation. Process and analysis* (1988)¹.

Kolejna pozycja dotycząca opadów ukazała się w Chorwacji. Przygotował ją profesor Uniwersytetu im. J. J. Strossmayera w Osijeku oraz Uniwersytetu Splickiego – Ognjen Bonacci, znany hydrolog i hydrotechnik, autor prac z zakresu hydrologii miasta, obszarów krasowych, ostatnio zainteresowany problematyką korektury sum opadów atmosferycznych.

¹ Por. recenzja w *Wiadomościach IMGW*, 1993, z. 1.

Książka traktuje o wszystkich aspektach związanych z opadem. We wprowadzeniu zamieszczono schemat obiegu wilgoci na Ziemi oraz opisano przyczyny genezy chmur i opadów, zwracając uwagę na synoptyczne warunki formowania się opadów.

Stosunkowo skromnie potraktowano lokalne struktury cyrkulacji wpływające na powstawanie opadów; pominięto rolę miejscowego parowania, zwrócono natomiast uwagę na proste sposoby prognozowania sum opadowych na podstawie standardowych danych meteorologicznych.

Podobnie jak w książce Sumnera najwartościowsze rozdziały dotyczą pluwiometrii oraz zmienności czasowej i przestrzennej pola opadów. Autor jest dobrze zorientowany w problematyce błędów i korekt mierzonych sum opadów. Uczestniczył w seminariach prowadzonych przez jednego z bardziej znanych znawców tematu B. Sevruka z Zurichu. Bonacci prezentuje prawie wszystkie typy deszczomierzy stosowanych obecnie na świecie i szczegółowo zajmując się teorią błędu pomiaru. Po omówieniu kilku metod korektury sum opadów proponuje usprawnienia techniczne, jak np. deszczomierz jamowy oraz deszczomierz otoczony ekranem aerodynamicznym. Zwraca uwagę fakt, że autor nie zamieszcza skorygowanych sum opadów w Chorwacji, podczas gdy prezentuje mapę takich sum na obszarze Wielkiej Brytanii.

Wspomniane są niestandardowe metody pomiaru i oceny opadu (obrazy satelitarne, radar), ale dość ogólnikowo, bez wskazówek co do praktycznego zastosowania.

Najobszerniejszą częścią książki jest analiza przestrzennej i czasowej struktury opadu. Zamieszczono tu liczne konkretne przykłady z terenu Chorwacji (zwłaszcza ze stacji w Osijeku). Prezentowane dane nadają się do wykorzystania jako materiał ćwiczeniowy dla studentów. Autor dyskutuje szczególnie ważny problem autokorelacji sum opadu pochodzących z jednego zdarzenia opadowego (pole sformowane). Korzystając ze swych doświadczeń afrykańskich Bonacci szuka związku współczynników autokorelacji z warunkami klimatycznymi analizowanego terenu. Porusza przy okazji kwestię optymalnej gęstości sieci pomiarowej.

Stosunkowo sporo miejsca poświęca metodom obliczania opadu w zlewni. Szczegółowo się opisuje 9 sposobów: od prostej średniej arytmetycznej do systemu Sacramento. Autor powstrzymuje się jednak od porównania jakościowego cytowanych metod i nie preferuje żadnej z nich. Nie omawia także zasad klimatologicznej interpolacji izohiet.

W ostatnich rozdziałach zajęto się prawdopodobieństwem opadów o maksymalnych parametrach (sumy i natężenia), intercepcją oraz krótko zakwaszeniem opadów.

Książka okaże się bardzo przydatna jako uzupełniający podręcznik dla studiujących naukę o wodzie – zarówno na studiach inżynierskich (gospodarka wodna, hydrotechnika), jak i uniwersyteckich (hydrologia, klimatologia). Najcenniejsze są zebrane własne doświadczenia autora z analizą pól opadów, pomiarami pluwiometrycznymi, związkami opadów z gospodarowaniem wodą. Podstawy teoretyczne są raczej ogólne, dziwi nawet brak w zestawie literatury cytowanych na wstępie recenzji podstawowych pozycji Litwinowa i Sumnera.

Książka jest kolejnym potwierdzeniem wagi problemu rozpoznania rzeczywistego pola wody dostającej się z atmosfery do litosfery. Po raz kolejny okazuje się, że wysiłki zmierzające do poznania wszystkich z tym związanych kwestii podejmują raczej hydrolodzy, napotykać na trudności interpretacyjne składowych bilansu wodnego. Meteorolodzy, nie zestawiający zazwyczaj takiego bilansu, nie są niestety wyczuleni na jakość obserwacji pluwiometrycznych. Tymczasem, o czym pisze także Bonacci, niedomykanie się bilansów wodnych zestawionych z udziałem sum opadu mierzonego pojawia się nawet na dużych terenach i w długich okresach.

Ponieważ warstwa ilustracyjna treści książki w większości odnosi się do przykładów chorwackich, książka zapewne nie będzie szerzej rozpowszechniona. Jest ona jednak dobrym wzorcem dla potencjalnych autorów z innych krajów, gdzie te ważne zagadnienia nie zostały jeszcze przybliżone odpowiednią publikacją.

Advances in theoretical hydrology. A tribute to James Dooge (red. J. P. O. O'Kane). European Geophysical Society Series on Hydrological Sciences, 1. Elsevier Science Publishers, Amsterdam 1992; ss. 254, rys.

Europejskie Towarzystwo Geofizyczne uruchomiło serię wydawniczą związaną z naukami hydrologicznymi; pierwszy jej numer, pod tytułem *Postępy w hydrologii teoretycznej*, powinien być szerzej upowszechniony polskiemu czytelnikowi. Tom ma charakter specjalny, został bowiem poświęcony wielkiej osobowości naukowej – stanowi zbiór referatów wygłoszonych przez przyjaciół, uczniów i współpracowników na uroczystej sesji związanej z 70-leciem urodzin prof. Jamesa Dooge'a z Uniwersytetu w Dublinie i stanowi hołd naukowy złożony światowej sławy hydrologowi.

Na 24. Zgromadzeniu Ogólnym ICSU w Santiago de Chile 8 X 1993 r. prof. J. Dooge został wybrany prezydentem Międzynarodowej Rady Unii Naukowych (ICSU) na kadencję 1993–1996; w latach 1980–1982 był sekretarzem generalnym oraz członkiem Komitetu Ogólnego ICSU. W latach 1975–1979 prof. J. Dooge był prezydentem Międzynarodowej Asocjacji Nauk Hydrologicznych i od tego czasu rozpoczęły się jego powiązania hydrologii z meteorologią za pośrednictwem Światowej Organizacji Meteorologicznej; ujawniło się to na Światowej Konferencji Klimatycznej w Genewie, którą organizował. Wiele inicjatyw naukowych o charakterze międzynarodowym, jak np. konferencja „Woda w środowisku” (Dublin, listopad 1990 r.) było dziełem profesora.

Zainteresowania badawcze prof. Dooge'a są niezwykle szerokie, a obecnie jest pierwszym hydrologiem odpowiadającym za kierowanie i koordynowanie międzynarodową geofizyką w szerokim jej ujęciu. Jest nie tylko wybitnym hydrologiem naukowcem, ale swoją karierę związał także z polityką; 1961 r. został członkiem senatu, a w latach 1973–1979 był jego przewodniczącym. W uznaniu zasług i niezwykłych umiejętności negocjowania pełnił w latach 1981–1982 obowiązki ministra Spraw Zagranicznych Irlandii, w latach 1982–1987 zaś był przewodniczącym senatu.

Redakcji recenzowanej książki, wskazującej i podkreślającej wszechstronność zainteresowań naukowych profesora, podjął się jego przyjaciel Philip O'Kane z Irlandii, od wielu lat związany z działalnością naukową i karierą profesora. Szesnaście prac stanowi wkład uczniów, kolegów i przyjaciół zaproszonych z 14 krajów na uroczystość 70-lecia urodzin profesora. Reprezentują one ulubione tematy hydrologiczne uprawiane przez profesora, jak np. przepływ wody w korytach otwartych i w strefie nienasyconej gleby, hydrologia wielkiej skali, historia hydrologii i zmiany globalne klimatu.

Przygotowane na sesję prace zostały podzielone na dwie części: temat pierwszej stanowią procesy hydrologiczne i hydrologia wielkiej skali; następnie umieszczono 6 esejów stanowiących refleksje na tematy hydrologii w przeszłości i przyszłości. Redaktor książki przedstawia szczegółowo życiorys profesora oraz spis 135 publikacji, obejmujących okres działalności naukowej, tzn. lata 1954–1992, stanowiących wynik samodzielnych bądź wspólnych dociekań naukowych i współpracy międzynarodowej. Dwudziestu dwóch autorów esejów hydrologicznych nawiązuje do osobistej inspiracji naukowej prof. J. Dooge'a, podkreśla jego trafne wizje naukowe i ogromną rolę w licznych programach międzynarodowych integrujących hydrologię Europy Zachodniej i Wschodniej.

Książkę podzielono na 3 części: procesy hydrologiczne, hydrologia wielkiej skali, hydrologia w przeszłości i przyszłości; zawierają one 16 rozdziałów, których autorzy reprezentują najwyższy poziom naukowy.

W pierwszej części J. Napiórkowski (Instytut Geofizyki PAN) przedstawia wkład prof. J. Dooge'a w rozwój teorii liniowego opisu przepływu wody w korytach otwartych i w rozwiązanie równań St. Venanta. O. J. Wang (University College Dublin) przedstawia analityczne i numeryczne możliwości matematycznego opisu wody przemieszczającej się w strefie nienasyconej gleby, ograniczenia rozwiązania i znaczenie poszczególnych parametrów wchodzących do równań Richardsa. J. P. O'Kane (University College Cork, Irlandia) rozważa zagadnienia hydrologiczne w obszarach torfowisk, a za najważniejsze czynniki kształtujące obieg wody uważa poziom wody w złożu torfowym i jego nasycenie, miąższość torfu, częstotliwość bronowania; wyróżnia dwie fazy osuszania się torfu i jego nasycenia wodą. G.A. McBean (University of British Columbia, Kanada) porusza zagadnienie aktywnego i pasywnego skalaru w procesie ewapotranspiracji z pokrywy roślinnej; skalar aktywny jest zdefiniowany jako zmienna

znacząco zależna od gęstości powietrza, najważniejsza w procesie wymiany masy i energii, zależna od funkcji aktywnej temperatury powietrza i jego wilgotności. M. Sugavara (Tokio) wykazuje wagę stacji opadowych i przeprowadza krytyczną ocenę dotychczasowych metod oszacowania średniego opadu w zlewni; proponuje wykorzystanie analizy czynnikowej oraz funkcji ortogonalnej do wagowego opisu pola opadu. P. S. P. Cowpertwait i P. E. O'Connell (University of Newcastle upon Tyne, Anglia) wprowadzają model szumu impulsowego Neyman-Scotta, wykorzystany do generowania dobowych serii odpływu w kilku zlewniach brytyjskich. Każdy szum impulsowy opisuje szybką odpowiedź systemu hydrologicznego, reprezentującego odpływ powierzchniowy i wolną odpowiedź systemu, jako impuls przepływu miesięcznego, a także przepływu podziemnego w zlewni.

Zagadnienia hydrologii wielkiej skali rozpatruje A. Becker (Free University, Berlin) zwraca uwagę na właściwy dobór kryteriów sygnałów hydrologicznych w modelach wzajemnych relacji zachodzących na powierzchni łądu; omawia modele o parametrach przestrzennie skupionych w dużej skali, z możliwością ich weryfikacji i ekstrapolacji do mikroskali, a także przykłady połączenia modeli globalnej cyrkulacji atmosfery z modelami hydrologicznymi, zwracając uwagę na dyskretyzację przestrzenną, heterogeniczność, agregację i desagregację powierzchni łądu w zależności od jej struktury. L. Kuzment (Rosyjska Akademia Nauk w Moskwie) daje przykład poprawnej konstrukcji modeli łądowego cyklu hydrologicznego na podstawie analizy stanu obecnego i przyszłego systemu dynamicznego na kilku przykładach: podniesienie się Morza Kaspijskiego, susze w Sahelu i osuszenie jeziora Czad oraz deforestację Amazonii, zmiany skali i częstości występowania wezbrań Gangesu. Przedmiotem rozważań autora jest możliwość przejścia ze skali GCM na poziomą skalę gridową, w powiązaniu z modelowaniem wymiany strumienia masy i energii w ramach eksperymentów hydrologicznych GEWEX, HAPEX, FIFE, KUREX. L. Dümenil (Max Planck Institute of Meteorology, Hamburg) i E. Todini (University of Bologna) wykorzystują model relacji opad-odpływ ze zlewni w kontekście modeli globalnych ocean-atmosfera; kalibracja modelu lokalnego odpływu została przeprowadzona w zlewni Arno (Włochy) i w 16 zlewniach wielkich rzek świata. S. Manabe, R. J. Stouffer, K. Bryan (Princeton University) przedstawili nowe podejście do połączenia modeli globalnych z modelem ocean-atmosfera-powierzchnia łądu, biorąc za podstawę nieustaloną odpowiedź tego systemu na wzrost zawartości CO₂ w atmosferze. Na podstawie eksperymentu numerycznego autorzy przewidują wzrost opadu i ewapotranspiracji na kuli ziemskiej.

Część dotyczącą hydrologii w przeszłości i przyszłości rozpoczynają rozważania L. Gottschalka (University of Oslo) odnoszące się do pomiarów, pojęć i podejść, jakie kształtowały się w naukach o wodzie w osiemnastowiecznej Skandynawii; wymienia Halleya i Mariotte'a – głównych autorów pojęcia cyklu hydrologicznego w XVIII wieku. Refleksje nad hydrologią jako nauką i hydrologami przedstawia bliski przyjaciel prof. J. Dooge'a J. E. Nash (University College, Galway) stwierdzając, że współczesna hydrologia ma charakter aplikacyjny i technologiczny, a postęp w naukach hydrologicznych wynika z potrzeby pogłębienia znajomości opisu procesów i analizy empirycznej. Przyszłość hydrologii autor upatruje w świadomości poznania środowiska i w zrozumieniu praw jego funkcjonowania. Hydrologia a świat realny to przedmiot rozważań J. R. Philipa (CSIRO, Canberra). Autor ustosunkowuje się do dychotomii w tworzeniu się i krystalizowaniu współczesnej nauki hydrologii; do zagadnień podstawowych zalicza liniowość, nieliniowość, pseudofizykę, modele regresyjne i opis procesów hydrologicznych w czasie realnym. G. Vachand i M. Vaucelin (Grenoble) rozpatrują wodę i glebę w warunkach krążenia i ryzyka ich zanieczyszczenia. Jest to jedyny artykuł traktujący zagadnienie ilości i jakości wody, wskazujący na możliwości modelowania matematycznego procesów dyfuzji i dyspersji. P. S. Eagleson (Massachusetts Institute of Technology, Cambridge USA) rozpatruje zmiany globalne przyjmując, że są one katalizatorem rozwoju nauk hydrologicznych; to podejście pozwala zrozumieć rolę wody w geosystemie, pozostającym w relacji z systemem słonecznym. Autor podkreśla rolę działalności antropogenicznej, istotnie zmieniającej powiązania cyklu hydrologicznego z procesami geofizycznymi i biogeochemicznymi, a powiązanie z oceanosferą nazywa eliksirem dla cyklu hydrologicznego. Ostatni rozdział pióra M. B. Abotta (Delf) dotyczy teorii modelu hydrologicznego, czyli zmagania się „duszy hydrologii”; autor wybrał motto Andre Gide'a, które brzmi: „Toutes choses sont dites déjà, mais comme personne n'écoute, il faut toujours recommencer” (Wszystkie rzeczy są już określone, lecz jeśli ktoś nie słucha, musi zawsze rozpoczynać ich rozpoznawanie od nowa).

Najbardziej filozoficzne i humanistyczne aspekty zostały zatem zdefiniowane w odniesieniu do pojęć, relacji i konstrukcji teoretycznych używanych we współczesnej hydrologii, np. taksonomia, matematyzacja, funkcjonowanie rzeczywistości, funkcje oraz narzędzia pojęciowe zapożyczone z teorii systemów dynamicznych. Książka jest warta szczegółowego przestudiowania

Małgorzata Gutry-Korycka

Hooghart J. C., Posthumus C. W. S. (red.). *The use of hydro-ecological models in the Netherlands*. Proceedings and Information No. 47, Technical Meeting 51, Ede, The Netherlands, 25 May 1993, Delft, 1993; ss. 84, rys. 2-7, fot. kol. 8, tab. 10.

Ta bardzo interesująca publikacja stanowi pokłosie zorganizowanej przez holenderski Komitet Badań Hydrologicznych (TNO) konferencji na temat przeglądu dostępnych w Holandii modeli hydroekologicznych, wraz ze wskazaniem ich możliwości oraz właściwości poznawczych i prognostycznych. Kilkunastu ekspertów (hydrologów i ekologów) dyskutowało w Ede nad obecnym stanem wiedzy na temat relacji pomiędzy obniżeniem się zwierciadła wód podziemnych a naturalnymi rezerwatami roślinności hydrofilnej; ginie ona w wyniku stresowych sytuacji hydrologicznych powstających wskutek zmian fizycznych i chemicznych środowiska. Głównym celem jest zarysowanie niezbędnych i trafnych rozwiązań ekologicznych i decyzji gospodarczych w chronionych obiektach bagiennych (rezerwach, parkach narodowych), ulegających degradacji w wyniku nadmiernego osuszenia.

Bezpośredni patronat nad konferencją objęła holenderska Asocjacja Ekologii Krajobrazu (WLO) i jej przewodniczący prof. F. A. M. Claessen. Treść książki została podzielona na 5 rozdziałów podporządkowanych tematyce referatów, ukazujących wielorakie formy i przyczyny modyfikacji obiegu wody w ekosystemach hydrofilnych. Jak wynika z ich treści, przedstawione modele hydroekologiczne mają charakter bardziej aplikacyjny, mniej teoretyczny.

Konfrontacja modeli z rzeczywistością ujawnia słabość założeń teoretycznych leżących u ich podstaw, takich jak: jednorodność ośrodka z punktu widzenia jego cech fizycznych i chemicznych oraz odpowiednio określone warunki początkowe i brzegowe. Przedstawiono dwa ogólne sposoby podejścia do matematycznego modelowania procesów hydroekologicznych: „top down” (od góry w dół) i „bottom up” (od dołu w górę). Zastosowano kilka modeli hydroekologicznych: ICHORS (*Influence of Chemical and Hydrological Factors on the Response of Species*), opracowany na uniwersytecie w Utrechcie; typ drugi reprezentują modele mieszane: MOVE (*Multiple Stress on Vegetation*) i DEMANT – wspólne dzieło zespołu z Wageningen i Leiden, oraz modele RIZA i RIVM.

Autorzy modeli postawili sobie za cel znalezienie odpowiedzi na następujące pytania:

- który model hydroekologiczny można uznać za najlepszy w zależności od typu obszarów i skali,
- które punkty badawcze przy weryfikacji modeli stają się najważniejsze,
- jakie problemy gospodarowania i polityki będą realizowane w ciągu najbliższych 5 lat i uwzględniane w prognozowaniu zmian w obszarach zabagnionych,
- jakie typy obszarów naturalnych wymagają szczególnej interwencji hydroekologicznej,
- jaki jest wpływ zmian roślinności w obszarach silnie wilgotnych, powstających w wyniku różnych form działalności antropogenicznej: drenowania, nawożenia, odwadniania, eksploatacji wód podziemnych, zmian jakości środowiska, uprawiania, ulepszania,
- jaki będzie wpływ zmian użytkowania ziemi, a jaki wpływ będą wywierały globalne zmiany klimatu.

Ze względu na to, że nie można dokładnie przewidywać założonych zmian zachodzących wskutek procesów antropogenicznych, wymienione modele mają charakter dyskusji nad przewidywanymi zmianami efektów biologicznych ekotypów hydrofilnych, ich ochroną i zachowaniem w nich różnorodności genetycznej oraz gatunkowej.

Pierwszym krokiem do wykorzystania modeli hydroekologicznych była symulacja badania wpływu podniesienia poziomu morza oraz stresowej ingerencji w środowisko, takiej jak: zakwaszenie, eutrofizacja i osuszanie. Modele DEMNAT i ICHORS zastosowano do klasyfikacji ekotypów i jako

narzędzie decyzyjne na różnym poziomie zarządzania gospodarką wodną w regionach. Przedstawione modele będą używane w ilościowym i jakościowym monitoringu naturalnych krajobrazów chronionych, muszą być kompatybilne z innymi modelami, powinny wiązać procesy hydroekologiczne wywoływane przez czynniki biotyczne i abiotyczne oraz uwzględniać zyski i straty w gospodarowaniu ekosystemami wodnymi i bagiennymi.

Wnioski płynące z porównania modeli hydroekologicznych odnoszą się głównie do ilości wody krążącej w ekosystemie, z możliwością rozszerzenia cech jakościowych (z wyjątkiem modelu ICHORS). Zweryfikowane modele najlepiej pasują do ekosystemów lądowych i wodnych. Kilka modeli hydroekologicznych oceniono pod kątem wykorzystania ich możliwości i różnych potrzeb gospodarczych.

W końcowej fazie spotkania powołano pod kierownictwem Claessena doradczą grupę roboczą w składzie: Nieuwenhuis, Roelofs, Kemmers, Runhaar, Jansen i Pedroli, która będzie sprawowała pieczę nad rozwojem modeli ekohydrologicznych i ich wykorzystaniem na różnych szczeblach administracyjnego zarządzania gospodarką wodną.

Zaprezentowane na konferencji w Ede modele ICHORS, HYVEG, ECAM, DEMNAT, NTM wykorzystano jako narzędzie decyzyjno-klasyfikacyjne powiązane z kalibracją, weryfikacją i wykorzystaniem gospodarczym. Zależności deterministyczne uzyskane z modeli matematycznych są odniesione do gatunków roślin i różnych czynników siedliskowych. Wykorzystane modele nie były w pełni wykalibrowane i zweryfikowane. A. Barendregt i J. W. Nieuwenhuis przedstawiają zalety modelu ICHORS pozostającego w powiązaniu z wielowymiarowym modelowaniem obserwacji terenowych. Pozwala on symulować koncentrację nutrientów (soli pokarmowych) w kontekście potrzeb wodnych roślin, produkcji biomasy ekosystemów bagiennych i torfowiskowych.

Odrębnym zagadnieniem jest modelowanie systemów hydrologicznych w obrębie polderów i ekosystemów wodnych oraz zmienności biotycznej ich mieszkańców (20 wybranych gatunków roślin) wykazujących niewielką amplitudę ekologiczną. Bez szczegółowego rozpoznania cech hydrofitów i freatofitów nie jest możliwe modelowanie zmienności biotycznej i sukcesji ewolucyjnej obszarów bagiennych. Za pomocą odpowiedniej techniki modelowania zostały opracowane w odniesieniu do każdego wybranego gatunku optymalne krzywe prawdopodobieństwa uwzględniające optimum, maksimum i tolerancję jego występowania w nawiązaniu do czynników środowiska (jakościowych i ilościowych). Największy nacisk położono na głębokość występowania wód podziemnych i ich zasolenie.

Model DEMNAT, opracowany przez zespół w składzie J. P. M. Witte, C. L. G. Groen, R. van der Meijden i J. G. Nienhuis pod kątem gospodarowania wodą podziemną przez szatę roślinną, zweryfikowano w ujściu Mozy i Renu. Wyjściem z modelu był skład gatunkowy szaty roślinnej, pogrupowany w 15 typów zależnych od zmian hydrologicznych i glebowych.

Model wielowymiarowy MOVE stresu szaty roślinnej zaprezentowali J. B. Latour, R. Reiling i J. Wiertz. Składa się z dwóch modułów: gleby i roślinności, rozpatrywanych pod kątem poziomu kwaśności (pH), składników pokarmowych (nutrientów) i wilgotności gleby. Zmienne środowiskowe są wykorzystywane w przedziale prawdopodobieństwa wystąpienia ilości gatunków (od 5 do 95%).

Ostatni referat, pióra A. C. Garritsena z Uniwersytetu w Utrechcie, dotyczy połączenia modeli hydrologicznych i ekologicznych. Autor zwrócił uwagę na poziomy wyjaśniania hydrologicznego i ekologicznego, w nawiązaniu do powiązania ich efektywności poznawczej. Wprowadza nowe pojęcia, takie jak: „verdroging”, zdefiniowane jako „ekologiczna odmiana zasobów naturalnych w krajobrazie rolniczym pod kątem osuszenia lub zdrenowania wód podziemnych”. Ekohydrologię określa się jako naukę obejmującą interdyscyplinarne pole badawcze skierowane wyraźnie ku zastosowaniu wiedzy hydrologicznej do ekologii krajobrazu. Modele ekohydrologiczne i hydroekologiczne różnią się między sobą podziałem na 5 efektywnych łańcuchów poznania poziomów powiązań czynników biotycznych i abiotycznych.

Grupa robocza utworzona na konferencji w Ede w przypadku rozwijania modeli ekohydrologicznych wysunęła dwa podstawowe pytania: czy dają one dobre wyniki w wyniku określonych potrzeb gospodarczych i czy można skonstruować lepsze i bardziej efektywne modele służące do symulacji przewidywanych zmian w środowisku, zwłaszcza zagrożenia biosfery.

Atrakcyjne kolorowe fotografie, starannie wykonane rysunki i mapy komputerowe objaśniające symulowane zmiany antropogeniczne, którym poddane były obszary silnie uwilgotnione, podnoszą klarowność treści referatów.

Należy podkreślić, że recenzowana pozycja niewątpliwie spełni swe zadanie, służące zarówno celom badawczym jak i aplikacyjnym.

Małgorzata Gutry-Korycka

C o u s s y O. *Mecanique des milieux poreux*. Edition Technip, Paris 1992; ss. 464, rys., tab.

Książka zawiera omówienie zagadnień dotyczących teoretycznych podstaw liniowej i nieliniowej termomechaniki ośrodków porowatych, jak również analizę pewnych zagadnień brzegowych, przedstawioną w ramach prezentowanych modeli matematycznych. Wiele materiałów, zarówno naturalnych jak i sztucznych, składa się z porowatych szkieletów, w których pory mogą być całkowicie lub częściowo wypełnione cieczą lub gazem. Przewidywane zachowania się ośrodków porowatych poddawanych obciążeniom lub oddziaływaniom termicznym jest ważne w wielu dyscyplinach, takich jak budownictwo, geologia inżynierska, hydrogeologia, geofizyka itd. Materiały porowate (grunty, skały) i problemy ich zachowania stanowią przedmiot badań mechaniki gruntów i mechaniki skał. Literatura dotycząca modelowania i analizy rozkładów temperatury, naprężeń i odkształceń w ośrodkach porowatych jest bardzo szeroka. Również wielu badaczy w Polsce zajmowało się tymi zagadnieniami.

Ośrodek porowaty nasycony cieczą lub gazem może być traktowany jako ciągły, jeśli przyjąć, że ciało wypełnia zajmowany przez siebie obszar w przestrzeni w sposób ciągły (ośrodek znajduje się w każdej dowolnie małej objętości obszaru zajmowanego przez ciało). Termomechanika ośrodków ciągłych jest wprowadzana na podstawie przyjętych hipotez (aksjomatów) i posługuje się rozbudowanym aparatem matematycznym, takim jak rachunek tensorowy, analiza matematyczna funkcji wielu zmiennych, równania różniczkowe i całkowe.

Recenzowana książka zawiera systematyczny wykład mechaniki ośrodków porowatych, zawarty w 10 rozdziałach. W rozdziale I autor, wychodząc od hipotezy o ciągłości ośrodka składającego się z dwóch ciągłych ośrodków – szkielet i ciecz, podaje podstawowe pojęcia nieliniowej mechaniki ośrodków ciągłych, takie jak: opis materialny i opis przestrzenny ruchu, gradient deformacji, tensor odkształcenia. Przedstawia opis przemieszczeń związany ze współrzędnymi J. L. Lagrange'a, w którym posługujemy się współrzędnymi cząsteczki ciała w stanie naturalnym, oraz opis związany z L. Eulerem, w którym posługujemy się współrzędnymi określonymi położeniem cząsteczki ciała w danej chwili. Rozdział I zawiera również zasadę zachowania masy.

W następnym rozdziale (II), na podstawie zasady zachowania pędu i przy wprowadzeniu tensora naprężeń Cauchy'ego (opis Eulera) oraz tensora naprężeń Pioli-Kirchhoffa (opis Lagrange'a), zostały wyprowadzone równania ruchu. Następnie z zasad zachowania masy, pędu oraz krętu (moment pędu) otrzymano symetrię tensora naprężeń. Autor podaje również podstawowe równanie ośrodka mikropolarnego, w którym cząsteczki materialne mogą nie tylko się przemieszczać, ale i niezależnie obracać. To założenie powoduje, że tensor naprężenia przestaje być symetryczny oraz wprowadza pojęcie naprężeń momentowych. Tego typu ośrodki ciągłe zostały zapoczątkowane przez braci Cosserat i były szeroko badane również w Polsce.

Rozdział III został poświęcony termodynamice ośrodków ciągłych; omówiono w nim pojęcia stanu termodynamicznego, zmienne stanu, pierwszą i drugą zasadę termodynamiki, zarówno w opisie Lagrange'a jak i Eulera, wyprowadzono prawo przewodnictwa ciepła i masy płynnej.

Rozdział IV dotyczy liniowej termosprężystości ośrodków porowatych. Podano w nim zlinearyzowane równania fizyczne ośrodka porowatego nasyconego wraz z interpretacją fizyczną współczynników. Wprowadzono tensor naprężeń efektywnych w termosprężystości ośrodków porowatych. Omówiono zasady określania doświadczalnych współczynników w przypadku izotropii. Następnie autor przedstawił pojęcie naprężeń wstępnych oraz problemy stateczności termosprężystych ośrodków porowatych;

przytoczył również hipotezę Therzagiego. Rozdział kończy się omówieniem ciał porowatych ze szkieletami anizotropowymi, a w szczególności z ortotropowymi.

W rozdziale V zostały omówione sprężystoplastyczne ośrodki porowate. Podano równania stanu, kryteria plastyczności, omówiono zakres odkształceń sprężystych i materiały porowate idealnie plastyczne oraz problemy ich stateczności. Sformułowano prawa zachowania plastyczności ośrodków porowatych i omówiono modele stosowane w praktyce, takie jak model klasyczny (kryteria Missesa i Druckera-Pragera) i model Cambridge (kryterium Burlanda).

W rozdziale VI przedstawiono zagadnienia lepkosprężystości i lepkoplastyczności ośrodków porowatych.

Rozdział VII jest poświęcony problemom propagacji fal w ośrodkach porowatych, w tym fal uderzeniowych i fal przyspieszenia. Rozdział ten zawiera analizę fal nieciągłości przedstawioną zarówno w ramach termosprężystości, termoplastyczności, jak również z uwzględnieniem efektów lepkości. Bibliografia dotycząca fal uderzeniowych i przyspieszenie jest bardzo szeroka.

Rozdział VIII zawiera omówienie metod analitycznych rozwiązywania zagadnień brzegowo-początkowych, przedstawionych wyżej teorii oraz ważne dla praktyki przykłady rozwiązań.

Rozdział IX został poświęcony numerycznym metodom rozwiązywania zagadnień termomechaniki ośrodków porowatych, w tym również problemom dyskretyzacji równań i warunków granicznych.

Ostatni rozdział zawiera zagadnienia termomechaniki ośrodków porowatych nienasyconych cieczą (lub gazem). Przedstawiono w nim zasadę zachowania masy, pędu, I i II zasadę termodynamiki, prawa Fouriera, Darcy, Ficka, efekt Dufora. Autor podał zarówno model liniowy, jak i nieliniowy termosprężystości ośrodków porowatych nienasyconych.

Książkę kończy syntetyczny spis literatury (głównie monografii poświęconych ośrodkom porowatym).

Recenzowana monografia zawiera szerokie omówienie i wyprowadzenie modeli stosowanych do analizy zachowania się ośrodków porowatych pod wpływem oddziaływań termicznych i mechanicznych. Ponieważ głównie jest poświęcona teoriom nieliniowym, należało zastosować bogaty aparat matematyczny. Książka jest napisana w tzw. tensorowym zapisie absolutnym i w zasadzie nie stosowano w niej zapisu indeksowego. Mimo że autor przeznacza ją również dla studentów III roku szkół technicznych, lektura jej wymaga od czytelnika dobrego przygotowania matematycznego. Uważamy, że recenzowana książka powinna zainteresować pracowników naukowych zajmujących się mechaniką ośrodków ciągłych, teoretycznymi problemami geofizyki, mechaniki gruntów i skał.

Autor książki Olivier C o u s s y jest doktorem nauk, inżynierem budownictwa dróg i mostów. Książka jest poprzedzona wstępem autorstwa Paula G e r m a i n a, przewodniczącego Międzynarodowego Związku Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej.

Ryszard Kaczyński, Stanisław Matysiak

B a y l y B. *Mechanics in structural geology*. Springer-Verlag, Berlin 1992; ss. 254, rys. 213, tab. 2, zał. 5.

Zgodnie z tytułem recenzowana książka przedstawia problematykę zastosowań teorii i modeli mechaniki w interpretacjach opisowych modeli i teorii geologii strukturalnej. Książkę czyta się łatwo, gdyż jest ona pozbawiona sofistycznych ujęć i tradycyjnego naukowego patosu. Jak pisze jej autor w pierwszych dwóch zdaniach wprowadzenia (rozdział 1): „Problematyka mechaniki w geologii strukturalnej ma wydzźwięk nieosobowy, lecz książka ta jest przeznaczona dla ludzi. Powstała ona z przekonania, że ludzi ciekawi ich otoczenie; jednym z przykładów ludzkiej ciekawości jest znalezienie odpowiedzi na pytanie, jak powstały góry.” Aby zaspokoić tę ciekawość, autor recenzowanej książki omawia w kolejnych rozdziałach pojęcia: 2. Odkształcenia i przemieszczenia, prezentując odkształcenia liniowe, ścięcia, ścięcia w ośrodku warstwowanym, zmiany odkształceń od punktu do punktu oraz koło Mohra i rozwarstwienie odkształceń; 3. Siły i naprężenia, przedstawiając zależność ciśnienia od

głębokości, równowagę sił: ciężaru i ciśnienia, naprężenia ścinającego i ciężaru, naprężenia ścinającego i ciśnienia oraz naprężenia ścinającego i ciężaru i ciśnienia, a także naprężenia na granicy faz (warstw) oraz zmiany naprężenia od punktu do punktu; 4. Zróżnicowanie naprężenia w zależności od kierunku, wykazując naprężenia na płaszczyznach skośnych, koło Mohra i sinusoidalny wykres naprężeń, refrakcję naprężeń, zależności naprężeń w trzech wymiarach; 5. Reologię: relacje między siłami i reakcją materii, zwracając uwagę na: współzależności naprężenia ścinającego, odkształcenia ścięcia i lepkości, na naprężenia normalne i liniowe, na lepkość skał, na naprężenie główne, skośne do powierzchni granicy faz (warstwowania), na zróżnicowanie warstwowania i anizotropię, na antykliny, zmiany objętości; 6. Rozwarstwienie — wyróżniając dwa rodzaje rozwarstwienia: ze ścinania i rozciągania, rodzaje przesunięć i spękań, niejednorodności skał i nasunięcie, wpływ cieczy porowej na rozwarstwienia z rozciągania i ścięcia z wykazaniem naprężenia efektywnego; 7. Spękania równoczesne z płynięciem, z wykazaniem powiązań między procesami, z zastosowaniem wykresu Mohra do płynięcia, ze wskazaniem wpływu cieczy porowej na płynięcie, z przedstawieniem Pirenejów jako końcowym przykładem całej omawianej problematyki zastosowań teorii i modeli mechaniki w teoriach i modelach geologii strukturalnej.

Recenzowaną książkę można określić jednocześnie jako swojego rodzaju monografię, gdyż obejmuje ona szerokie spektrum problematyki zastosowań mechaniki w geologii strukturalnej, jako podręcznik studenta uczelni wyższej, gdyż pod względem dydaktycznym jest opracowana wzorowo, i wreszcie jako vademecum zawodowo czynnego geologa, gdyż podaje sposoby praktycznych rozwiązań kwestii związanych z badaniami geologicznymi. Każdy rozdział zaczyna się krótkim, klarownie przedstawionym wprowadzeniem i kończy również krótkim treściwym podsumowaniem oraz odpowiedziami na wynikające z treści rozdziału pytania, postawione czytelnikowi do samodzielnego rozwiązania, a więc do samokontroli praktycznego opanowania określonego zakresu wiedzy.

Książkę można czytać i studiować bądź w kolejności rozdział po rozdziale, bądź też selektywnie, jak podaje jej autor, np. nie koniecznie musi się przeczytać cały rozdział 2., nim przejdzie się do rozdziału 3. Jeśli ktoś ocenia rozdział 7. jako najbardziej interesujący, powinien wybrać z rozdziałów 2., 3. i 4. to, co wystarczy do zrozumienia rozdziałów 5. i 6., a z nich to, co jest niezbędne do zrozumienia rozdziału 7. Nie ma jedynego schematu, który mógłby zaspokoić różnorodne zainteresowania wszystkich czytelników, ale na wewnętrznej stronie frontowej okładki recenzowanej książki podano ogólną wskazówkę o powiązaniach między poszczególnymi częściami książki.

Książka ta może zainteresować wszystkich geofizyków, a przestudiować ją powinni w pierwszej kolejności studenci geofizyki i geologii uczelni wyższych oraz kartujący zawodowo geolodzy, przede wszystkim interesujący się geologią strukturalną i tektoniką oraz geomechanicy, geolodzy inżynierscy i geotechnicy.

Witold Cezariusz Kowalski

Pinto da Cunha A. (red.) *Scale effects in rock masses* 93. A. A. Balkema, Rotterdam/Brookfield 1993; ss. XI + 353, rys., tab.

Celem badań zarówno teoretyczno-poznawczych, jak i aplikacyjnych jest możliwie dokładne scharakteryzowanie badanego ośrodka (mas skalnych, wód powierzchniowych i podziemnych), a także już istniejących bądź projektowanych konstrukcji budowlanych i górniczych. Badania te dotyczą danego ośrodka i konstrukcji w różnych skalach w stosunku do rzeczywistego obiektu badań: od badań w skali nano i mikro (np. w badaniach ultramikroskopowych), przez badania w skali makro (np. w badaniach makroskopowych bez użycia aparatury), do skali mega (jak w terenowych badaniach mas skalnych i wód) i giga (np. za pomocą zdjęć lotniczych i satelitarnych). Mechaniczne przenoszenie wyników badań uzyskanych w jednej skali do opracowań wykonywanych w innej skali prowadzi do wielu nieporozumień i nieraz fatalnych błędów. Błędy te były przyczyną podjęcia poważnych badań nad efektem skali tak w sferze badań teoretyczno-poznawczych, jak i aplikacyjnych już przed wielu laty (np. przez S. S. Stevenzona *On the theory of scales of measurements* — 1946 r., przez A. Kowalskiego

Problematyka skal pomiarowych w badaniach geologicznych — Problem of measurement scales in geological studies — 1975 r.). W ciągu ostatnich 10 lat ukazało się wiele prac poświęconych problematyce efektu skali w badaniach mas skalnych i wód. Wśród tych prac należy wymienić cytowane w literaturze światowej polskie publikacje A. Kidybińskiego i M. Kwaśniewskiego *Modelling of mine structures* — 1989 r., A. Nelickiego, Z. Pindela i J. Topolskiego *Application of Split Hopkinson's bar for dynamic investigations of rocks* — 1990 r., R. Kaczyńskiego *Scale effect during compressive strength tests on rocks* — 1986 r., oraz najczęściej cytowanego Z. T. Bieniewskiego (obecnie z Południowej Afryki).

Zagadnieniom efektu skal poświęcane były dwa kolejne seminaria zorganizowane przez Komisję Międzynarodowego Stowarzyszenia Mechaniki Skał — ISRM: pierwsze w Loen (Norwegia) w 1990 r. (z 30 referatami) i drugie w Lizbonie w 1993 r. (z 42 referatami). Najciekawsze, rzucające światło na poziom współczesnych badań efektu skali, jest zestawienie wszystkich 42 referatów drugiego seminarium w jednym obszernym tomie pod redakcją A. Pinto da Cunha. W tomie tym po 3 wykładach specjalnych zaprezentowane referaty połączono w 3 grupy tematyczne (1. *Wpływ skali na określanie odkształcalności i wytrzymałości skal*, 2. *Wpływ skali na określanie naprężeń wewnętrznych mas skalnych*, 3. *Wpływ skali na określanie hydraulicznych właściwości mas skalnych*), a w końcu tomu dodano suplement.

Trzy wykłady specjalne obejmują: przegląd referatów z Loen (pierwszego seminarium poświęconego tej tematyce) i innych współczesnych prac dotyczących wpływu skali (A. Pinto da Cunha), *Zależność skali od pomiarów ciśnienia w skalach in situ* (F. D. Cuisiat, B. C. Haimson), *Efekt skali w masach skalnych* — ogólne omówienie referatów nadesłanych na seminarium w Lizbonie (A. Pinto da Cunha).

Najliczniejsza grupa 1. *Wpływ skali na określenie odkształcalności i wytrzymałości skal* obejmuje aż 33 referaty (tj. 80% całości), co wskazuje na szczególne zainteresowania zajmujących się mechaniką skał tą właśnie tematyką. W grupie tej poruszono zagadnienia: *Wpływ skali na moduły sprężystości i wytrzymałości spękanych mas skalnych* (H. K. Moon i C. J. Kim); *Niezmiennność skali w stochastycznym spękaniu skał* (V. V. Silberschmidt); *Dwa rodzaje kruchego spękania skał krzemianowych i wpływ skali na wytrzymałość skał: ich implikacje w skorupie ziemskiej* (M. Shimada); *Stać skrawania skały nie zależy od wpływu skali i spękania mas skalnych* (V. Krupa, F. Krepelka, J. Bejda i P. Imrich); *Wpływ wielkości narzędzia tnącego a wpływ skali na wytrzymałość mas skały* (F. Krepelka, P. Imrich i V. Krupa); *Wpływ skali na badania wydrążonych walców* (C. Ringstad, M. A. Addis, I. Brevik, F. J. Santarelli); *Fraktalne zgrupowania spękań skalnych i ich modelowanie metodą kaskadową* (H. Yamamoto, K. Kojima, H. Tosaka); *Zastosowanie modułów odkształcenia masy skalnej: efekt skali* (J. He); *Wpływ skali na otwarcie wyrobisk podziemnych w nawiązaniu do jego konstrukcyjnych następstw* (K. Fukushima); *Wpływ skali na wytrzymałość i stabilność masy skalnej* (G. E. Exadaktylos i C. E. Tsoutrelis); *Wpływ skali na anizotropię i wielkość chropowatości* (J. P. Harrison i R. J. F. Goodfellow); *Ocena wpływu skali na podstawie danych geodezji górniczej* (M. A. Ioffis); *Eksperymentalne i analityczne badania właściwości warstwowych skał miękkich* (Y. Miyaie, N. Mizuno, Y. Momose i J. Nakamura); *Postępujące osłabienie mas skalnych w wyniku samoczynnie zachodzącego, podobnego do anastomozy, procesu spękania i wpływ jego skali na ich wytrzymałość na ścinanie* (G. Archambault, A. Rouleau, R. Daigneault i R. Flamand); *Wpływ skali na wytrzymałość na ścinanie i odkształcalność spękań skalnych* (R. Yoshinaka, I. Yoshida, H. Arai i S. Arisaka); *Wpływy skali w problemach „mikroskalowej” mechaniki skał* (R. Mancini, M. Cardu, M. Fornaro, M. Linares); *Różna skala zmian prędkości fal sprężystych pod wpływem czynników technogennych* (A. I. Savich, M. M. Ilyin i O. V. Kozlov); *Wpływ skali wytrzymałości na ścinanie oraz geometria pojedynczych i powtarzalnych szczelin skalnych* (Y. Ohinishi, H. Herda, R. Yoshinaka); *Zależność skali wielkości właściwości mechanicznych: metoda oceny ilościowej* (J. F. Schatz); *Czynnik skali w masach skalnych wywołany przez warunki geologiczne* (A. Varga); *Próby obciążeń in situ w zwietrzałym granicie za pomocą wielkich bloków betonowych* (R. Yoshinaka, T. Endo, N. Nomura, K. Yamagishi); *Warunki opróbowania masy skalnej niezbędne do pokonania wpływu skali* (M. J. Leal Gomes); *O wpływie wielkości bloku na zachowanie się spękanych mas skalnych przy ścinaniu* (A. A. Al. Harthi i S. R. Hencher); *Definicja skały nienaruszonej i jej zastosowanie do określenia najmniejszych wzorników między nieciągłościami w masach skalnych*

(L. A. Ayres da Silva i H. Born); *Metodyka charakteryzowania wytrzymałości na ścinanie masy skalnej na podstawie oznaczeń laboratoryjnych* (L. A. Ayres da Silva i W. T. Hennies); *Wpływ skali na osiowe rozczepianie skały* (V. N. Odintsev); *Wytrzymałość na ścinanie spękań skalnych zależna od skali* (S. R. Hencher, J. P. Toy i A. C. Lumsden); *Studia nad wpływem skali w próbnym obciążeniu płytą* (J. M. Iofis i V. I. Rechitski); *Efekt skali w zachowaniu deformacyjnym między pomiarami zbieżności i próbnymi obciążeniami w otworach poprzez sztywność spękań* (C. Tanimoto, K. Kishida i Y. Yoshida); *Wytrzymałość wapienia oceniana przez obciążenia punktowe* (M. O. Quinta Ferreira i A. P. Gerardo Machado); *Efekt skali na odkształcalności spękanych skal w układzie trójwymiarowym* (P. H. S. W. Kulatilake, S. Wang i O. Stephansson); *Wpływ wielkości na wytrzymałość i odkształcalność nienaruszonych skal kruchych* (S. Kramadibrata i I. O. Jones); *Badania nad efektem skali w określaniu właściwości mechanicznych masy skalnej – doświadczenia portugalskie* (A. Pinto da Cunha).

Najmniej liczną grupę 2. *Efekty skali w określaniu właściwości hydraulicznych mas skalnych* stanowi jeden referat: *Pomiary naprężeń i efekty mikro-heterogeniczne* (R. Corthesy, D. E. Gill, M. H. Leite i A. Nefzaoui).

Do grupy 3. *Efekty skali w określaniu właściwości hydraulicznych mas skalnych* zaliczono 3 referaty: *Charakterystyka strumienia filtracji przez istniejące spękania skalne* (K. Kikuchi i Y. Mito), *Efekty skali w hydraulicznych właściwościach określanych in situ testami 3D* (E. F. de Quadros i D. Correa Filho); *Efekty skali spękań w zbiornikach węglowodorów* (K. J. Heffer i N. C. Kontsabeloulis); *Badania nad charakterystyką przepływu wód podziemnych w strefie rozległych spękań w batolicie granitowym przy różnych skalach wielkości* (C. C. Davison, L. H. Frost, E. T. Kozak, N. W. Scheier i C. D. Martin).

W suplemencie przedstawiono artykuł *Właściwości spękania w badaniach laboratoryjnych i badaniach polowych wielkiej skały – oczywistość efektów skali* (J. E. Gale).

Recenzowana książka może i powinna zainteresować specjalistów z zakresu geofizyki, geodynamiki, geotektoniki, geomechaniki, geologii inżynierskiej (wraz z mechaniką górotworu), a także hydrogeologii, hydrologii oraz hydrotechniki i geotechniki.

Witold Cezariusz Kowalski, Zdzisław Mikulski

Dewey J. F., Gass I. G., Curry G. B., Harris N. B. W., Sengör A. M. C. (red.) *Allochthonous terranes*. Cambridge University Press, Cambridge 1991; ss. X + 199, rys. 59, tab. 4.

Ze znacznym opóźnieniem dotarła do nas ta ważna praca przygotowana przez zespół wybitnych badaczy, a poświęcona jednemu z modnych problemów współczesnej tektoniki. Ponieważ dotychczas brak wzmianek o tej książce w polskiej literaturze, jej spopularyzowanie jest nadal potrzebne – tym bardziej, że w ostatnich latach ukazało się wiele, sprzecznych ze sobą, koncepcji terranowej budowy geologicznej Polski, które są oparte na wątych i jednostronnych przesłankach.

Recenzowana książka jest pokłosiem konferencji na temat allochtonicznych terranów, zorganizowanej przez Royal Society w listopadzie 1989 r. Składa się na nią 13 prac przygotowanych przez 18 autorów (po 6 z USA i Wielkiej Brytanii, 3 z Kanady, 2 z Turcji i 1 z Malesji).

Pomysł terranów zrodził się w 1975 r. i jest rozwijany przez geologów amerykańskich badających Kordyliery (P. Coney, D. L. Jones i J. W. Monger), którzy tą hipotezą wyjaśniają genezę tego skomplikowanego orogenu. Później liczne podobne interpretacje stworzono w odniesieniu do orogenu paleozoicznych Europy i Ameryki Północnej. W polskiej literaturze termin ten jest używany od 1987 r., a doskonały przegląd stosownej literatury, z wyraźnie wyczuwalną rezerwą, przedstawił R. Dąbłez (*Przegląd Geologiczny*, 1988, t. 36) i powtórzył w podręczniku akademickim (*Tektonika*, Warszawa 1994, PWN). Jednak dla uniknięcia nieporozumień warto tu przytoczyć kompletną definicję: „Terran to

jednostka tektoniczna orogenu o wewnętrznie jednorodnej budowie geologicznej, wyrażonej profilem stratygraficznym, składem i paleobiogeograficznym pochodzeniem fauny, stylem tektonicznym, cechami petrologicznymi skał magmowych, stopniem i rodzajem metamorfizmu, typem złóż mineralnych, wreszcie parametrami paleomagnetycznymi. Wszystkie te właściwości danego terranu są zdecydowanie inne niż analogiczne właściwości terranów sąsiednich lub pobliskiego kratonu, różnice te nie mogą być wytłumaczone ani normalnymi zmianami facji, ani gradacją stylów strukturalnych lub stopnia metamorfizmu. Granice między terranami – albo między terranem a kratonem – są ... ostre. Wyznaczają je głęboko zakorzenione uskoki ... najczęściej o charakterze przesuwczym, bądź strefy szwów ofiolitowych lub metamorfizmu wysokich ciśnień, bądź strefy melanżu tektonicznego (Dadlez, Jaroszewski, 1994, s. 670). Już ta definicja podręcznikowa, bez dalszej dyskusji, wskazuje, ile są warte liczne ostatnio i sprzeczne ze sobą „terranelogiczne” hipotezy dotyczące obszaru Polski.

Otwierająca tom praca A. M. C. Sengöra i J. F. Dewey'a pod znamienym tytułem *Terranology: vice or virtue? (Terranologia: występek czy cnota?)* wyraża rezerwę autorów w stosunku do „osiągnięć terranelogów”. Autorzy radzą, aby nie mając wystarczających przesłanek nie tworzyć „terranelów”, lecz poprzestać na terminach genetycznych lub geometrycznych, takich jak: płaszczowina, mikrokontynent, łuk wyspowy, blok, łuska itd. Dalej wskazują, że szczególnie wiele terranelów kreuje się w krajach, gdzie nie ma tradycji krytycyzmu naukowego. Następnie cytują błędy metodologiczne z prac Coney'a, Jonesa, Schermera i innych, kończą zaś stwierdzeniem, że „terranel” jest pojęciem zastępującym wiele terminów starszych i lepiej informujących o istocie zjawisk. Dlatego lepiej go zarzucić, gdyż sprzyja niesprawdzalnym hipotezom i wyrażają nadzieję, że jego używanie jest tylko przejściowe.

Następnie tom zawiera 11 prac regionalnych, napisanych z różnych pozycji. Rozpoczyna je współtwórca i entuzjasta hipotezy terranelów D. L. Jones streszczeniem terranelowej interpretacji Kordylierów. Dalej E. Irving i P. Wynne rozważają przesłanki paleomagnetyczne terranelowej interpretacji Kordylierów kanadyjskich i stwierdzają, że istniejące dane są niewystarczające do rozstrzygnięcia tego problemu i można je interpretować trojako: a) ogólne przechylenie bloków ku SW o 30°; b) przemieszczenie z południa rosnące od wschodu ku zachodowi do ponad 2000 km; c) mniejsze (1000 do 2000 km) przemieszczenie z południa z jednoczesnym przechyleniem bloków ku S i SE w paśmie Gór Nadbrzeżnych. Następnie W. B. Hamilton zauważa, że wiele prac o przemieszczeniach mas skorupowych daje tylko nowe nazwy geograficzne oszałamiające czytelników i że zbyt wiele interpretacji jest osnutych na niewystarczających przesłankach. Jednak, nie uciekając się do kreowania nowych terranelów, wyraża pogląd, że w Karpatach istnieje potrzeba bardziej mobilistycznej interpretacji niż panujące dotychczas. Kolejna praca P. F. Hoffmanna jest poświęcona ograniczeniom spekulacji geologicznych wynikającym z istnienia chłodnego korzenia tarczy kanadyjskiej, sięgającego głęboko w płaszcz.

Dalsze prace zawierają rozważania regionalne o interpretacjach terranelowych w: północno-wschodniej Afryce (N. B. W. Harris, I. G. Gass i C. J. Hawkesworth), zachodnich Stanach Zjednoczonych (W. G. Ernst), Indonezji (M. G. Audley-Charles i R. A. Harris), Chinach (Jin-lu Lin i M. Fuller), Szkocji (B. J. Bluck), Anatolii (Y. Yilmaz) i południowo-wschodniej Azji (I. Metcalfe). Spośród tych prac zwrócę jeszcze uwagę na artykuł M. G. Audley-Charlesa i R. A. Harrisa. Opisali oni czytelne struktury allochtonicznych terranelów w trakcie formowania w strefie kolizji łuku Banda ze skłonem kontynentalnym Australii. Tam gdzie podczas ostatnich 3 Ma płaszczowiny nasunęły się 50 km na skłon australijski, strefa kolizji została wydźwignięta o 5 km, a kierunek subdukcji w rejonie Timoru uległ odwróceniu. Wskazali też, że w starszych oroginach przypuszczalna pozorna synchroniczność i regionalne korelacje procesów górotwórczych są częściowo artefaktami wynikającymi z nieprecyzyjnego datowania i trudności w odczytaniu paleogeografii, zatartej późniejszymi zdarzeniami tektonicznymi.

Tom kończy J. F. Dewey podsumowaniem dyskusji, w którym stwierdza, że terrany można traktować jako „wędrujące zarazy” (*migrant pests*).

Turcotte D. L. *Fractals and chaos in geology and geophysics*. Cambridge University Press, Cambridge 1992; ss. 222, rys. 91, tab. 3.

W ostatnim ćwierćwieczu w krajach przodujących w postępie nauk o Ziemi — zwłaszcza nauk geologicznych i geofizycznych — rozwijają się intensywnie geometria fraktalna i jej zastosowania w innych dyscyplinach nauki. Jednak wyraźne przyspieszenie jej rozwoju i zastosowań daje się stwierdzić właściwie dopiero po 1982 r., tj. po opublikowaniu dzieła B.B. Mandelbrot'a *The fractal geometry of Nature* (w wydawnictwie Freeman w San Francisco).

W Polsce problematyka geometrii fraktalnej i jej zastosowań w naukach o Ziemi jest mało znana. Do rzadkości należą prace w rodzaju wykonanej pod kierunkiem prof. Z. Mikulskiego o rozprawę dra A. Magnumskiego, poświęconej zastosowaniu geometrii fraktalnej do modelowania sieci rzecznych, której główne osiągnięcia opublikowane zostały w *Przeglądzie Geofizycznym* w numerze 2 z 1993 r. w artykule pt. *Wymiar fraktalny współczesnych sieci rzecznych*.

Polecając recenzowaną książkę D. L. Turcotte'a wszystkim tym, którzy mogą i powinni zainteresować się problematyką geometrii fraktalnej i jej zastosowań w naukach o Ziemi, w pierwszej kolejności należy stwierdzić, że książka ta jest — zgodnie z założeniami jej autora — podręcznikiem uniwersyteckim, przeznaczonym dla studiujących nauki geologiczne i geofizyczne w szkołach wyższych, jak i na drodze samokształcenia. Problematyka fraktali została przedstawiona w pierwszych 7 rozdziałach: 1. *Stalność skały*, 2. *Definicja zbioru fraktali*, 3. *Fragmentacja*, 4. *Sejsmiczność i tektonika*, 5. *Jakość i zasoby kruszców*, 6. *Grupowanie fraktali*, 7. *Fraktale samoafiniczne*. W rozdziale 8. przedstawiono zastosowania fraktali w geomorfologii, a w rozdziale 9. wprowadzenie do układów dynamicznych. Problematykę chaosu omówiono w kolejnych rozdziałach o mapach logistycznych, o modelach bloków przesuwnych, o równaniach Lorentza, o konwekcji płaszcza, o prądniczy Rikitake'a, o metodzie renormalizacji grup i o samokontroli. Ostatni 17. rozdział kończą odnoszące się do przyszłości dwa zdania: „Głównymi celami są wypełnienia luk: między równaniami Lorentza i turbulencjami, między modelem bloków przesuwnych i trzęsieniami Ziemi, między prądnicą Rikitake'a i generowaniem ziemskiego pola magnetycznego. Jest to zaledwie kilka zadań do rozwiązania dla następnego pokolenia i prawdopodobnie również dla kolejnych pokoleń uczonych.”

D. L. Turcotte opracował swój podręcznik bardzo starannie, wręcz wzorowo, o czym świadczy logiczny, zwarty tok wykładu wyrażanego w sposób maksymalnie przystępny, a jednocześnie bardzo precyzyjny. Istotną pomocą dla studiującego — a zwłaszcza samouka — są podane dobrze wybrane i dokładnie sformułowane problemy do przemyślenia i samodzielnego rozwiązania. Problemy te podane są na końcu każdego rozdziału, a ich rozwiązania na końcu książki.

Mimo wręcz wzorowego opracowania recenzowanego podręcznika niektórzy jego czytelnicy, aby przyswoić sobie jego treść i móc ją wykorzystać praktycznie i niezawodnie w zakresie własnych badań naukowych, muszą się liczyć z koniecznością pokonania pewnych trudności. Zasadniczą trudnością mogą się okazać trudności pełnego zrozumienia i właściwego stosowania specyficznej terminologii geometrii fraktalnej we własnych badaniach naukowych. Terminologia geometrii fraktalnej różni się bowiem istotnie — mimo fonetycznego podobieństwa — od słów używanych w języku potocznym i w innych dyscyplinach naukowych, np.:

— *chaos* jest to stan, w którym wyniki rozwiązań równań deterministycznych są chaotyczne, a graniczne rozwiązania odchylają się w przestrzeni frazowej wykładniczo;

— *wymiar* jest to wymiar w sensie topologicznym, a więc wymiarem punktu jest — 0, linii — 1, objętości — 3;

— *mapa* — to matematyczna relacja, która przenosi jeden lub więcej punktów w inne punkty;

— *fraktal* — to związek potęgowy między liczbą obiektów i ich wielkością liniową, a także obiekt, którego kształt nie zależy od skali.

Kto w czytaniu recenzowanej książki natknie się na jakieś trudności, to warto, aby je pokonał, gdyż umiejętność prawidłowego wykorzystania geometrii fraktalnej we własnych badaniach, zwłaszcza teoretyczno-poznawczych w zakresie nauk o Ziemi, a szczególnie w badaniach geologicznych i geofizycznych, może przyczynić się do uzyskania nowych, oryginalnych wyników. Zatem recenzowana książka może i powinna zainteresować studiujących nauki o Ziemi, a zwłaszcza geofizykę, geologię i geomorfologię.

Witold Cezariusz Kowalski

Noble J. C., Bradstock R. A. (red.) *Mediterranean landscapes in Australia. Mallee ecosystems and their management*. CSIRO, Melbourne 1989; ss. 512, tab., rys. fot. kolor.

Omawiana pozycja jest zbiorem materiałów prezentowanych na konferencji dotyczącej ekologii obszarów półsuchych, zorganizowanej przez australijskie ministerstwo ochrony środowiska. Większość artykułów dotyczy południowo-wschodniej Australii i przedstawia ewolucję środowiska przyrodniczego w ostatnich kilkudziesięciu latach, jego stan obecny oraz przyrodnicze podstawy planowania i zarządzania środowiskiem. Dokonano podziału treści na zagadnienia związane z: charakterystyką fizycznogeograficzną terenu, ekologią roślin, ekologią zwierząt, użytkowaniem ziemi i gospodarką surowcową.

Krytyczny i niezwykle szeroki przegląd literatury, dotyczącej ekologii tego wycinka Australii, zawiera wprowadzający artykuł Noble'a i Bradstock'a. Okazuje się, że już w połowie XIX w. Eyre opisywał zarośla eukaliptusowe, zwracając szczególną uwagę na ich wykorzystywanie przez aborygenów, którzy pozyskiwali wodę z korzeni eukaliptusa. W XX w. na uwagę zasługują prace Wooda, który określił północną granicę zarośli eukaliptusowych w nawiązaniu do izohiety 200 mm rocznego opadu i południową — zgodnie z izohietą 500 mm. Wood wspólnie z Crockerem dokonali opisu rozwoju roślinności w południowej Australii.

Współczesne prace badaczy australijskich koncentrują się na ukazaniu powiązań pomiędzy stanem ekosystemów a zmianą warunków w środowisku przyrodniczym jako całości. Zwracają oni uwagę na to, że degradacja środowiska objawia się nie tylko w ginieciu rzadkich gatunków roślin, lecz również w przyspieszeniu erozji bądź w uruchomieniu wydmy. Takie podejście warunkowało umieszczenie w pierwszej części książki kilku artykułów dotyczących geoekologii, rzeźby terenu, warunków klimatycznych i pokrywy glebowej omawianego terenu. Prezentowane mapy geomorfologiczne ukazują głównie zróżnicowanie utworów powierzchniowych, a jako drugorzędne traktują formy rzeźby. Interesująco przedstawiono zmiany paleoklimatyczne, na podstawie których dokonano rekonstrukcji procesów wydmotwórczych. Procesy te zaczęły się ok. 150 tys. lat BP i odbywały się w kilku fazach, z ostatnim maksimum ok. 18 tys. lat BP. Równie interesujące podejście zastosowano do analizy gleb zestawiając ich typy oraz porastające je gatunki eukaliptusa. Niestety obok fotografii profili glebowych nie zamieszczono ich cech fizyczno-chemicznych.

W części dotyczącej hydrologii zwrócono uwagę na specyficzne problemy południowej Australii. W szczególności rozpatrzono wpływ nawodnienia na wzrost zasolenia wód rzecznych i gruntowych. Interesująca jest symulacja zmian zasolenia w zależności od pokrywy roślinnej zlewni. Nurt związany z przekształceniami i ewolucją środowiska przyrodniczego jest szczególnie eksponowany w części dotyczącej roślinności. Głównym narzędziem badawczym była tutaj analiza pyłkowa. Ustalono, że pyłki eukaliptusa pochodzą już z okresu eocenu; od tego okresu następowały zmiany proporcji pomiędzy różnymi gatunkami eukaliptusa skorelowane z zimnymi i ciepłymi okresami klimatycznymi oraz z epizodami pojawiających się na dużą skalę pożarów.

Inaczej niż w Europie wygląda klasyfikacja zbiorowisk roślinnych. Pierwszy etap polega na uwzględnieniu cech środowiska naturalnego, takich jak wilgotność i pokrywa glebowa, a dopiero kolejny opiera się na cechach związanych z dominującymi gatunkami roślin. Wyróżnione w ten sposób grupy taksonomiczne opisano zgodnie z terminologią stosowaną przez Braun-Blanqueta. Ciekawie wyglądają prezentowane mapy zbiorowisk roślinnych. Ich obraz nawiązuje do form rzeźby i ich budowy geologicznej. Stanowią one potwierdzenie słuszności przyjętych zasad kwalifikacji, tym bardziej że mapy przedstawiają wewnętrzne zróżnicowanie w obrębie jednego zespołu roślinnego; dlatego na szczegółowym poziomie dominującym kryterium podziału są czynniki inne niż fitosocjologiczne. Dużo uwagi poświęca się również pożarom, upatrując w nich czynnik zmian zasięgu zbiorowisk roślinnych (Bradstock, Wellington, Noble). Pożary w XX w. umożliwiły badaczom obserwację i dokumentację procesu regeneracji siedlisk oraz dynamiki populacji eukaliptusa. W tym celu wykorzystywano głównie zdjęcia lotnicze i naziemne, z drugiej strony przedstawiono analizę wpływu mrozów, jakie nawiedziły Australię w 1986 r. (O'Brien).

Część przedstawiająca ekologię zwierząt skupia się na analizie fauny na tle warunków naturalnych. Poza wyczerpującym przeglądem gatunków zajęto się wypracowaniem strategii ich ochrony – polegającej na zachowaniu naturalnych siedlisk, a nie konieczności tworzenia nowych przepisów prawnych. Na obecny stan środowiska naturalnego największy wpływ wywiera rolnicza działalność człowieka, szczególnie pasterstwo kóz, które dokonują ogromnych spustoszeń wśród roślinności. Wśród planowanych przedsięwzięć znajduje się plan zalesienia zdegradowanych obszarów. Planowania dokonuje się w jednostkach naturalnych, najczęściej – w dorzeczach.

Omawiana książka, poza dogłębną charakterystyką południowej Australii, pozwala na wgląd w problemy i metody badawcze stosowane przez Australijczyków. Ze względu na wielkoobszarowe studia muszą być one z zasady nieco odmienne od europejskich. Na szeroką skalę stosuje się zdjęcia lotnicze i satelitarne, przydatne szczególnie w analizie pokrycia terenu. Przy skalach szczegółowych metody nie wykazują już istotnych różnic. Materiał zawarty w książce jest bogato ilustrowany, poza fotografiami treść przybliża duża liczba przekrojów geologicznych i krajobrazowych. Po każdym rozdziale zamieszczono bogaty spis literatury. Książka może służyć jako cenne źródło informacji o ekologicznych problemach południowej Australii.

Andrzej Harasimiuk

Harrison B. A., Jupp D. L. B. *Introduction to image processing*. CSIRO, Division of Water Resources, Canberra 1990; ss. 256, rys. 97, tab. 4, fot. 19.

Obrazy cyfrowe mogą być stosowane w różnych dyscyplinach wiedzy, w tym szczególnie przydatne są w naukach przyrodniczych, gdzie przecież od dawna są wykorzystywane obrazy satelitarne i fotografie lotnicze. Wiedza na temat grafiki komputerowej jest często rozproszona w różnego rodzaju literaturze informatycznej, a więc nie zawsze dostępna przyrodnikom. Autorzy podjęli trud napisania podręcznika o przetwarzaniu obrazów cyfrowych, przeznaczonego dla osób zajmujących się naukami o Ziemi. Wstępem do tej pozycji jest pierwszy podręcznik tej serii, również ich autorstwa. pt. *Introduction to remotely sensed data*; do dalszych stopni wtajemniczenia prowadzą zaś 3 następne pozycje: *Image classification and analysis*, *Image rectification and registration* i *Spatial data integration*.

W pierwszej części książki przedstawiono podstawowe informacje o sposobie zapisu obrazu cyfrowego i jego właściwościach, wspomniano także o łączeniu obrazów, zmianie ich skali i orientacji. Omówiono modele barw stosowane przy wyświetlaniu obrazu na monitorze komputera i drukowaniu barwnego dokumentu na drukarce w technice rastrowej (tzw. *dithering*).

W części dotyczącej przetwarzania przedstawiono najpierw metody statystycznego opisu obrazu, który jest zapisany jako macierz wartości liczbowych jaskrawości pikseli. Wartości te możemy scharakteryzować m.in. za pomocą miar: wariancji, korelacji między kanałami obrazu spektralnego, kowariancji, wariogramu.

Dalszy etap to klasyfikacja i analiza obrazu, do czego jest potrzebne określenie położenia jaskrawości pikseli z różnych kanałów w przestrzeni spektralnej. To zagadnienie przedstawiono bardzo pobieżnie, odsyłając czytelnika do dalszych tomów podręcznika. Bliżej zajęto się działaniami arytmetycznymi na obrazach cyfrowych (tzw. *wagowanie*) oraz generalizacją informacji.

Znaczną część książki poświęcono technikom poprawiającym kontrast oraz filtracji obrazu. Przedstawiono zasadę działania filtrów cyfrowych, wygładzających, wzmacniających krawędzie, różnicowych. Znajdziemy tu także podstawowe informacje o transformacji afinicznej, która służy do poprawiania właściwości geometrycznych obrazu.

W trakcie wykładu autorzy odwołują się często do programu komputerowego microBRIAN, opracowanego przez australijską agencję CSIRO oraz firmę MPH Communications Pty. Ltd. Program działa na mikrokomputerach i służy do korekcji, analizy i interpretacji obrazów cyfrowych.

W załącznikach przedstawiono: barwne ilustracje pokazujące wynik przetwarzania obrazu cyfrowego; opis podstawowych poleceń programu microBRIAN; sposób kodowania danych rastrowych

i wektorowych; podstawowe modele barwne; wzorce najczęściej stosowanych filtrów cyfrowych; podstawy rachunku macierzowego.

Książka jest cenną pozycją wprowadzającą w dziedzinę grafiki komputerowej i przetwarzanie obrazów satelitarnych. Wykład jest poprowadzony w jasny sposób i dobrze zilustrowany przez zamieszczone fotografie. W sposób bardzo przystępny omówiono filtrację obrazów i sposób doboru odpowiednich współczynników wagowych w masce filtru.

Artur Magnuszewski

Prediction and perception of natural hazards. Proceedings of symposium, 22–26 October 1990, Perugia, Italy (red. J. N e m e c, J. H. N i g g, F. S n i c c a r d i). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1993; ss. 212, tab., rys., mapy.

Dekada 1990–2000 została uznana przez społeczność międzynarodową za Międzynarodową Dekadę Zapobiegania Klęskom Żywiolowym. Celem Dekady jest zintensyfikowanie badań i wymiany doświadczeń w zakresie prognozowania zagrożeń naturalnych oraz technicznych, ekonomicznych i organizacyjnych środków zapobiegania szkodom i stratom. Program Dekady zakłada, że dużo uwagi poświęci się społeczno-kulturowym kontekstom, w jakich realizuje się określone programy ochrony przed klęskami żywiołowymi. Twórcy programu Dekady oczekują, że pod koniec stulecia większość krajów świata (w Dekadzie uczestniczy 108 komitetów narodowych) będzie miała opracowane programy zapobiegania klęskom żywiołowemu, a wszystkie zagrożone społeczności uzyskają możliwość korzystania z globalnych i narodowych systemów ostrzegania.

Niniejsza publikacja zawiera materiały z pierwszej międzynarodowej konferencji poświęconej tej problematyce, która zapoczątkowała całą serię podobnych spotkań (symposium polsko-francuskie odbyło się w listopadzie 1993 r. w Warszawie¹). Zestaw referatów przedstawionych w Perugii został opublikowany przez holenderskie wydawnictwo Kluwer jako drugi tom nowej serii, zatytułowanej *Advances in Natural and Technological Hazards Research*.

Symposium w Perugii było poświęcone problematyce prognozowania zagrożeń naturalnych oraz odbiorowi i interpretacji tego rodzaju informacji (ostrzeżeń) przez decydentów i potencjalne ofiary. Efektywność prognozowania jest w dużym stopniu uwarunkowana społeczną percepcją zagrożeń, ponieważ wpływa na sposób interpretacji ostrzeżeń i określone zachowania w czasie klęski żywiołowej (np. kwestia ewentualnej ewakuacji). Problematyka ta była rozpatrywana przez 40 naukowców, pochodzących głównie ze Stanów Zjednoczonych i Włoch, ale byli także uczestnicy z Niemiec, Rosji, Grecji, Szwajcarii i Czech. Przedstawiciele krajów rozwijających się uczestniczyli w charakterze obserwatorów.

Trzy z pięciu sesji symposium miały charakter przyrodniczo-techniczny. Dotyczyły one metod i efektywności prognozowania huraganów i osuwisk (w mniejszym stopniu powodzi, susz, tornada). Dwie pozostałe sesje natomiast były poświęcone społecznym aspektom ostrzegania ludności o zagrożeniach, ze szczególnym uwzględnieniem roli środków masowego przekazu.

Treść referatów wykazuje, że duży nacisk starano się położyć na praktyczne zastosowanie prognoz i oceny ryzyka — w jakim stopniu opracowywane prognozy zostały potwierdzone przez rzeczywisty przebieg procesów geofizycznych, w jakim stopniu są one efektywnie wykorzystywane przez zainteresowanych odbiorców — decydentów, odpowiednie służby i zagrożone społeczności.

Uczestnicy symposium uważali, że podstawy teoretyczne sposobów zapobiegania (w tym systemów ostrzegania) skutkom zagrożeń naturalnych są stosunkowo dobrze rozwinięte, natomiast ciągle wiele trudności sprawia zastosowanie ich w praktyce. Dlatego też tyle uwagi poświęcono problematyce percepcji zagrożeń.

¹ Przegląd Geofizyczny, 1994, z. 2.

Stwierdzono także, że poważny problem stanowi brak ujednoliconej terminologii w zakresie kłesk żywiolowych. Różnymi językami posługiwali się przedstawiciele różnych dyscyplin oraz naukowcy i praktycy. Zaproponowano w związku z tym powołanie regionalnych, światowych ośrodków badawczych zagrożeń naturalnych, w których gromadzonoby wyniki badań, co w efekcie zapewniłoby ich szybką wymianę i konfrontację w skali międzynarodowej.

Symposium w Perugii zasługuje na uwagę ze względu na wyraźny profil tematyczny i międzydyscyplinarny skład uczestników. Pewien niedosyt budzi brak syntezy na temat efektywności prognozowania i postaw społecznych wobec rozpowszechnianych ostrzeżeń. Synteza taka stanowiłaby wymierny dowód postulowanej konstruktywnej konfrontacji wyników badań w zakresie zapobiegania skutkom zagrożeń naturalnych. Pewne zdziwienie budzi także brak większego udziału w symposium przedstawicieli krajów słabiej rozwiniętych, które szczególnie wywierały presję na ustanowienie międzynarodowej dekady zapobiegania kłeskom żywiolowym, ze względu na ponoszone straty. Czyżby w dalszym ciągu były zainteresowane głównie ich kompensacją przez międzynarodowe organizacje?

Andrzej Lisowski

L a n g r a n G. *Time in Geographic Information Systems*. Taylor & Francis, London 1993, ss. 189, rys. 65, tab. 14

W wielu dziedzinach nauk przyrodniczych, a także technicznych, pojawia się problem zobrazowania zmian zachodzących w środowisku wraz z upływem czasu. W zapisie analogowym, jakim posługuje się tradycyjna kartografia, zagadnienie to rozwiązuje się drukując nową wersję mapy z naniesionymi poprawkami. W dobie systemów geoinformacyjnych (GIS) unaczęśnianie map wydaje się jeszcze prostsze, gdyż w bazie danych są przechowywane wszystkie potrzebne informacje o położeniu obiektów i ich atrybutach. Jeśli jednak przyjrzymy się bliżej strukturze relacyjnych baz danych, stosowanych w systemach GIS, okaże się, że nie są one dostosowane do zadań przetwarzania danych z atrybutem czasu; przykładem może być wprowadzanie poprawek na mapach morskich, produkcja wielkoskalowych map topograficznych i in. System GIS z atrybutem czasu powinien umożliwiać przeprowadzenie następujących analiz: kiedy i gdzie nastąpiła zmiana w środowisku, jakiego typu i jak często zachodzą zmiany, czy są one periodyczne.

Prace nad rozwojem systemów GIS z wymiarem czasu są przedmiotem badań autora omawianej publikacji. Na wstępie przedstawiono ogólny zarys problematyki i potencjalnych dziedzin wykorzystania informacji przestrzennej z atrybutem czasu. Zastosowania są szerokie i obejmują zarówno gospodarowanie zasobami naturalnymi, jak też transport, planowanie przestrzenne, administrację. Pokazano także ewolucję pojęcia czasu i przestrzeni, poczynając od pierwszych definicji Arystotelesa aż po teorię względności Einsteina.

Wprowadzeniem do tematyki przetwarzania zbioru danych prezentujących przestrzeń i czas jest próba zdefiniowania tzw. czasu kartograficznego. Czas kartograficzny jest swojego rodzaju uproszczonym modelem rzeczywistości zarejestrowanej w postaci nieruchomego obrazu z czwartym wymiarem, reprezentującym moment zapisu. Przekształcenia środowiska mogą być zatem przedstawione jako ciąg obrazów, z których każdy reprezentuje kolejny stan.

Kolejne rozdziały poświęcono różnym modelom danych, omawiając ich efektywność gospodarowania pamięcią; wyróżniono podejście, w którym rejestrowane są jedynie konkretne przejawy zmian środowiska. Dobrym przykładem tego typu podejścia jest korekta map morskich, których główna treść jest stała, poprawki wprowadza się jedynie, gdy zmianie ulega charakterystyka światła, sygnałów radiowych, głębokości torów wodnych i in.

Ostatnia część książki jest poświęcona algorytmom dostępu do danych, których położenie jest określone nie tylko w układzie współrzędnych, lecz także lokalizacją względem osi czasu.

Książka jest interesującą pozycją wybiegającą znacznie w przyszłość, jeśli chodzi o prezentowane poglądy i pomysły, co sprawia, że czytelnik nieco inaczej zaczyna postrzegać problem czasu

zapisanego w zbiorach danych geograficznych. Pozycja zainteresuje osoby zajmujące się systemami geoinformacyjnymi na poziomie nieco wyższym niż przeciętny.

Artur Magnuszewski

Meteorological Calendar 1995 – Royal Meteorological Society – The Meteorological Office.

Brytyjskie Królewskie Towarzystwo Meteorologiczne od wielu lat publikuje kalendarze meteorologiczne; poczynając od 1994 r. ich współwydawcą jest służba meteorologiczna – The Meteorological Office. Mimo zewnętrznego podobieństwa (format, układ, zakres treści) kalendarz z kolejnego roku przynosi sporo nowych informacji i ciekawostek. Na początku zamieszczono notatki o obu instytucjach firmujących kalendarz – o ich historii i działalności oraz wzmiankę o tekstach zamieszczanych na kartach miesięcznych. Teksty te po raz pierwszy są autoryzowane; dotyczą one głównie pogody w danym miesiącu przed 100 laty, w niektórych miesiącach – w latach jeszcze dawniejszych. Zamieszczono również informacje o różnych „rekordach” pogodowych, przy czym tym razem skupiono się głównie na skrajnych wartościach temperatury, choć zdarzają się także uwagi dotyczące innych elementów meteorologicznych, np. silnych wiatrów. Oprócz tekstów znajdują się tabelki z wartościami średnimi wieloletnimi (1961–1990) temperatury (dobowe i ekstremalne), opadów i usłonecznienia z 5 miejscowości w Wielkiej Brytanii. Najbardziej przykuwają uwagę jednak fotografie, przedstawiające głównie chmury. Jest to więc kalendarz, który poza funkcją użytkową pełni także rolę dydaktyczną, bowiem może zainteresować tak klimatem własnego kraju, jak i w ogóle zagadnieniami meteorologii.

Urszula Kossowska-Cezak

WSPOMNIENIA POŚMIERTNE

JAN MALINOWSKI
(1922–1994)

21 V 1994 r., po kilkumiesięcznej ciężkiej chorobie, zmarł prof. dr hab. Jan Malinowski, wybitny naukowiec, geolog, współtwórca powojennej polskiej hydrogeologii i geologii inżynierskiej, wierny syn Zamojszczyzny (urodzony w Sitnie 1 I 1922 r.). Wierność tej ziemi, jakże umęczonej podczas hitlerowskiej okupacji, wykazał zarówno w żołnierskiej służbie w podziemnej Armii Krajowej, jak i w czasie pokoju, gdy po ukończeniu studiów geologicznych w 1952 r. w Uniwersytecie Wrocławskim, po przeniesieniu się do Warszawy, prowadził wieloletnie wnikliwe badania budowy geologicznej, warunków inżynierskogeologicznych i hydrogeologicznych Zamojszczyzny i regionów do niej przyległych. Badania te zaowocowały nowoczesnymi wartościowymi publikacjami, które stanowią poważny wkład do geologii regionalnej środkowo-wschodniej Polski. Z tych publikacji pamiętamy przede wszystkim: arkusz Zamość map inżynierskogeologicznej i hydrogeologicznej Polski w skali 1:300 000 (wraz z objaśnieniami), opublikowanych w latach 1957–1959; arkusze Lublin, Tomaszów Lubelski i Chełm mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:200 000 (wraz z objaśnieniami), opublikowanych w latach 1983, 1984 i 1987, a zwłaszcza takie wzorcowo opracowane rozprawy, jak: *Budowa geologiczna i własności geotechniczne lessów Roztocza i Kotliny Zamojskiej między Szczepreszynem i Turobinem* (1964), *Stratygrafia utworów Kotliny Zamojskiej* (1965), *Hydrogeologia Roztocza Zachodniego* (1974), *Hydrogeologiczne warunki odpływu podziemnego na Roztoczu Zachodnim* (1974), *Wpływ neotektoniki na zmiany stosunków hydrogeologicznych Roztocza* (1977).



Jan Malinowski rozciągnął rozpoczęte na Zamojszczyźnie badania hydrogeologiczne daleko na północo-zachód aż do okolic Radomia, przedstawiając wyniki tych badań w publikacjach: *Arkusz Radom Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:200 000* (1988) oraz *Problemy wodonośności utworów kredowych niecki lubelsko-radomskiej w świetle dotychczasowych badań* (1989).

Profesora Jana Malinowskiego interesowało rozpoznanie budowy geologicznej, warunków inżynierskogeologicznych i hydrogeologicznych przede wszystkim tych regionów, które wiązały się z miejscem Jego stałego zamieszkania, tj. z Wrocławiem, gdzie pracował w Oddziale Dolnośląskim PIG w latach 1952–1962, oraz z Warszawą, gdzie w latach 1962–1976 był zastępcą dyrektora Instytutu Geologicznego, a w latach 1976–1981 dyrektorem. Z publikacji dotyczących regionu dolnośląskiego należy wymienić: *Warunki geologiczno-inżynierskie okolic Klodzka* (1957), *Rozpoznanie hydrogeologiczne wód zwykłych w Sudetach i problemy dalszych badań* (1987 – wraz z zespołem) i *Geologiczno-strukturalne i geomorfologiczne podstawy podziału hydrogeologicznego obszaru sudeckiego* (1988 – wraz z zespołem). Z Warszawą wiąże się wielkie dzieło: część inżynierskogeologiczna *Atlasu geologicznego Warszawy* w skali 1:200 000 (1964).

Prof. Jan Malinowski, opierając się na wynikach lokalnych i regionalnych badań hydrogeologicznych – przede wszystkim własnych – przeszedł w późniejszym okresie swej działalności naukowej do syntetycznych opracowań hydrogeologicznych w skali całego kraju. Z tych opracowań należy wymienić przede wszystkim: *Litho-stratigraphy bases for hydrogeological division of Poland* (1980), *Postęp w rozpoznaniu budowy geologicznej Polski* (1980), *Nowe kierunki rozwojowe kartografii hydrogeologicznej Polski* (1986), *Badania hydrogeologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego w latach 1919–1989* (1989 – wraz z Z. Płochniewskim), *Ochrona kopalni i wód podziemnych w Narodowym Programie Ochrony Środowiska* (1989), a przede wszystkim wielka synteza pt. *Hydrogeologia*, jako tom VII *Budowy geologicznej Polski* (1991 – wraz z zespołem), oparta na poprzednim dziele *Mapa hydrogeologiczna Polski 1:200 000* (pod red. Jana Malinowskiego).

W całym opublikowanym dorobku prof. Jana Malinowskiego, na który składa się łącznie prawie 150 pozycji, i w nieopublikowanych opracowaniach archiwalnych, w liczbie około 200, odbija się Jego pracowitość, wytrwałość, rzetelność oraz – połączone z wielką wnikliwością – szerokość i głębia spojrzenia. Dlatego też należy pamiętać, iż w tym dorobku na szczególne wyróżnienie zasługują nie tylko Jego osiągnięcia w zakresie hydrogeologii z ostatnich lat twórczości, lecz także wyniki Jego badań z zakresu geologii inżynierskiej i ekogeologii oraz metodologii dokumentowania i kartowania geologicznego. Jako wieloletni wykładowca zagadnień hydrogeologicznych i inżynierskogeologicznych jest twórcą podręcznika (wspólnie z Z. Głazerem) *Geologia i geotechnika dla inżynierów budownictwa* (PWN 1991).

W 1962 r. Jan Malinowski uzyskał stopień naukowy doktora nauk przyrodniczych, nadany przez Radę Naukową Instytutu Geologicznego w Warszawie, za pracę pt. *Budowa geologiczna i własności geotechniczne lessów Roztocza i Kotliny Zamojskiej między Szczepieszynem i Turowinem* (Prace IG, t. XII, 1964). Z kolei w 1974 r. Rada Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Wrocławskiego nadała Mu stopień doktora habilitowanego, na podstawie rozprawy pt. *Hydrologia Roztocza Zachodniego* (Prace Hydrogeologiczne IG, Seria Specjalna, 1974).

W czasie swej rozległej działalności naukowej i organizacyjnej był członkiem różnych komisji i rad, takich jak: Komisja Dokumentacji Geologii Inżynierskiej,

Komisja Dokumentacji Hydrogeologicznej, Państwowa Rada Ochrony Środowiska; a także Centralna Komisja Kwalifikacyjna ds. Kadr Naukowych przy Prezesie Rady Ministrów; był członkiem kilku towarzystw naukowych. Utrzymywał ostatnio żywy kontakt z redakcją *Przeglądu Geofizycznego*, zasilając go recenzjami z najnowszej literatury hydrogeologicznej.

Jan Malinowski zostawił po sobie w sercach rodziny i przyjaciół ostry ból; zapisał się w pamięci przyjaciół i kolegów oraz ukształtowanych przez Niego 6 doktorów jako dobry i odpowiedzialny mistrz i opiekun, a w świadomości czytelników jego publikacji i opracowań jako wybitny naukowiec i praktyk, współtwórca nowoczesnej polskiej hydrogeologii regionalnej i regionalnej geologii inżynierskiej, a także jako współorganizator programów przyszłościowych działań państwowej służby geologicznej dla dobra nauki i gospodarki narodowej.

Zmarł w Warszawie 21 V 1994 r., pochowany na cmentarzu parafii Św. Katarzyny na Służewie.

Witold Cezariusz Kowalski, Zdzisław Mikulski

