

# MATERIAŁY DO DZIEJÓW GEOFIZYKI

---

Jerzy SZKUTNICKI

POLSKIE TOWARZYSTWO GEOFIZYCZNE

## WSPOMNIENIE Z RWANDY

### SOUVENIR DU RWANDA

#### Wstęp

Proponuję czytelnikom *Przeglądu Geofizycznego* wspomnienie z egzotycznego kraju, w którym miałem okazję pracować na początku lat 90. w charakterze konsultanta hydrologa. Byłem tam trzykrotnie zatrudniony podczas kilkutygodniowych misji, których celem było zainicjowanie badań hydrologicznych w małych zlewniach rzecznych o charakterze rolniczym.

#### Wybrane charakterystyki fizycznogeograficzne i sytuacja socjologiczna Rwandy

Aby wyjaśnić cel tych badań, przedstawię w skrócie charakterystykę fizycznogeograficzną oraz sytuację socjologiczną Rwandy. Informacje te pochodzą z dawnych lat, ale wiele z nich pozostaje aktualnych, a niektóre zostały uzupełnione.

Rwanda leży w strefie Wielkich Rowów Afrykańskich, gdzie występują jeziora o charakterze tektonicznym. Jedno z tych jezior – Kivu, wielki rezerwar słodkiej wody o powierzchni 2650 km<sup>2</sup>, średniej głębokości 240 m i głębokości maksymalnej 480 m – stanowi zachodnią granicę państwa. Rwanda jest krajem górzystym (bywa nazywana „mille collines”, tj. tysiącem wzgórz), na południowym zachodzie wzniesionym do 3000 m n.p.m., opadającym ku północnemu wschodowi. Północno-zachodnią granicę z Republiką Demokratyczną Kongo stanowi masyw wulkaniczny Wirunga (rys. 1) z najwyższym szczytem Karisimbi 4507 m n.p.m. Masyw Wirunga to najstarszy park narodowy w Afryce, znajduje się na liście Światowego Dziedzictwa UNESCO.

Pierwsze obserwacje klimatologiczne w Rwandzie rozpoczęto w 1906 r. W 1930 r. powstało kilka stacji pomiaru opadu atmosferycznego i temperatury powietrza, a w 1963 r. powołano służbę meteorologiczną, która obecnie jest członkiem Światowej Organizacji Meteorologicznej. Również w latach 30. rozpoczęły się pomiary hydrologiczne, a regular-



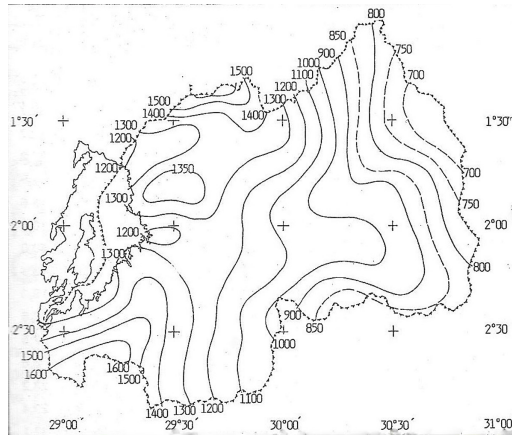
Rys. 1. Widok z południa kraju w kierunku północnym;  
w głębi masyw Wirunga z najwyższym szczytem Karisimbi.

Fig. 1. Vue du sud de pays vers le nord; au fond massif  
Wirunga avec le plus élevé sommet Karisimbi.

na służba hydrologiczna funkcjonuje mniej więcej od 1951 r., kiedy opracowano pierwsze roczniki hydrologiczne. Istniały wówczas 42 stacje wodowskazowe, w tym 22 miały ustaloną zależność „stan wody – natężenie przepływu”. Były to stacje na głównych rzekach, natomiast brakowało informacji z małych zlewni o charakterze rolniczym.

Klimat Rwandy, typu tropikalnego, jest mocno złagodzony dużymi wysokościami. Średnia miesięczna temperatura waha się w przedziale 16,0-28,0°C, w ciągu doby pojawiają się jednak spadki do blisko 0°C, mimo że stolica państwa Kigali leży w pobliżu równika około 2° szerokości geograficznej południowej. Opady atmosferyczne występują w dwóch okresach. Wielka pora deszczowa od lutego do maja przynosi 60% opadu rocznego. Mała pora deszczowa przypada na październik i listopad. Opady mają często charakter lokalny i są intensywne. Wieloletnia zmienność opadów nie jest duża, natomiast zmienność przestrzenna jest znaczna (rys. 2 – mapa przedstawia wartości historyczne, ale prezentowany rozkład i zakres są prawdopodobnie zachowane).

Sieć rzeczna jest silnie rozwinięta. Większość terytorium Rwandy należy do dorzecza Nilu. Według miejscowej ludności właśnie tu Nil ma swoje źródła. Ten odcinek rzeki w południowo-zachodniej części kraju nazywa się Rukarara (rys. 3). Po połączeniu z rzeką Mwogo przyjmuje nazwę Nyabarongo, a następnie Akagera, która już poza terytorium Rwandy uchodzi do jeziora Wiktorii, a po wypływie jest Nilem Białym. Zachodnią część kraju odwadniają rzeki wpadające do jeziora Kivu. Informacje o źródłowym charakterze odcinka Nilu należy przyjmować z rezerwą. Ludność północnej Burundi twierdzi, że to właśnie tam Nil ma swój początek. Tak czy inaczej, ta mocno rozwinięta sieć rzeczna stanowi początek dorzecza Nilu. Bilans wodny kraju jest korzystny. Nie występują gwałtowne powodzie ani głębokie niżówki. Charakteryzują to średnie wielkie i średnie niskie



Rys. 2. Opad średni roczny (mm) w Rwandzie, 1929-1987.

Fig. 2. Précipitation moyenne annuelle (mm) au Rwanda, 1929-1987.



Rys. 3. Rzeka Rukarara – według miejscowej ludności źródłowy odcinek Nilu.

Fig. 3. Rivière Rukarara – selon les autochtones la source du Nil.

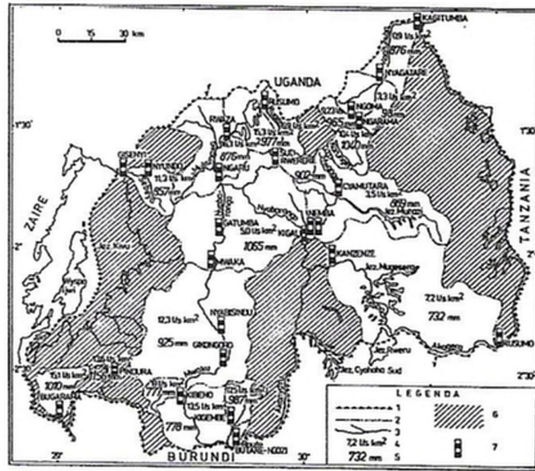
przeplewy w profilu wodowskazowym Rusumo, zamykającym największą zlewnię kraju, które w opisywanym okresie wynosiły odpowiednio  $685 \text{ m}^3/\text{s}$  i  $81,2 \text{ m}^3/\text{s}$ . Podstawowe charakterystyki hydrologiczne, opracowane na podstawie danych służby hydrologicznej za okres 18 lat, przedstawiono w tabeli 1. Deficyt odpływu za ten czas może być identyfikowany z wieloletnim parowaniem terenowym.

Informacje przedstawione w tabeli 1 i na rysunku 4 charakteryzują sytuację hydrologiczną kraju i pokazują zmienność przestrzenną parametrów hydrologicznych. Największe przeplewy jednostkowe występują w południowo-zachodniej części Rwandy i w masywie Wirunga, znacznie mniejsze natomiast na północnym wschodzie, gdzie

Tabela 1. Główne charakterystyki hydrologiczne w Rwandzie.

Tableau 1. Données hydrologiques principales au Rwanda.

Rzeka Cours d'eau	Stacja Station	Pole powierzchni zlewni Surface de bassin versant S (km <sup>2</sup> )	Opad średni roczny Précipitation P (mm)	Natężenie przepływu średnie roczne Débit moyen annuel Q (m <sup>3</sup> /s)	Odpyływ Ecoulement H (mm)	Deficyt odpływu Déficit d'écoulement D (mm)	Przeptyw jednostkowy Débit spécifique q (l/skm <sup>2</sup> )	Współczynnik odpyływu Coefficient d'écoulement Ke (%)
Akagera	Rusumo	30200	1039	223	233	806	7,38	22,4
Nyabarongo	Kanzenze	14600	1209	110	238	971	7,54	19,7
Nyabarongo	Kigali	8900	1250	85,3	302	948	9,58	24,2
Nyabarongo	Mwaka	2570	1357	31,7	389	968	12,4	28,7
Cyohoha- B.	Rwerere	172	1340	2,39	438	902	13,9	32,7
Mukungwa	Ngaru	2000	1362	30,4	479	883	15,2	35,2
Mukungwa	Rwaza	670	1288	8,69	409	879	13,0	31,8
Rugezi	Rusumo	190	1311	1,31	217	1 094	6,89	16,6
Akanyaru	Butare	1425	1292	20,2	448	848	14,2	34,5
Akanyaru	Kibeho	182	1385	3,51	608	777	19,3	43,9
Migina	Kigembe	225	1224	1,69	237	987	7,51	19,4
Kagitumba	Kagitumba	3500	1018	9,54	86	932	2,73	8,4
Kagitumba	Nyagatre	1870	1046	8,15	137	909	4,36	13,1
Karungeri	Ngarama	280	1140	2,09	235	905	7,46	20,6
Ngoma	Ngoma	130	1256	1,20	291	965	9,23	23,2
Sebeya	Gisenyi	320	1215	3,63	358	857	11,3	29,4
Rubiro	Bugarama	360	1487	5,45	477	1010	15,1	32,1
Nyarushwati	Pindura	14	1589	0,190	428	1158	13,6	27,0



Rys. 4. Średnie wieloletnie natężenie przepływu jednostkowego i deficyt odpływu głównych rzek w Rwandzie; 1 – granica państwa, 2 – działy wodne głównych rzek, 3 – rzeki, 4 – przepływu jednostkowy, 5 – deficyt odpływu, 6 – brak danych, 7 – stacja hydrologiczna.

Fig. 4. Débit spécifique interannuel moyen et déficit d'écoulement dans les principaux cours d'eaux au Rwanda; 1- frontière d'état, 2- ligne de partage des eaux, 3- rivières, 4- débit spécifique, 5- déficit d'écoulement, 6- manque des données, 7- station hydrologique.

dopływy rzeki Akagera wiją się szerokimi zabagnionymi dolinami. Informacje zebrane przez służbę hydrologiczną pozwalają na ogólne rozpoznanie zasobów wodnych i ich zmienności oraz na gospodarowanie wodą na głównych rzekach i ich dopływach. Brakuje natomiast informacji hydrologicznej w małych zlewniach wykorzystywanych rolniczo, co było przedmiotem projektów, w których byłem zatrudniony.

Dobre gleby oraz warunki wodne i klimatyczne sprzyjają roślinności. Rosną tu tropikalne drzewa i krzewy owocowe: marakuja, awokado, gujawa, banany, kawa; na południu kraju na wzgórzach uprawiana jest bardzo dobrej jakości herbata. Popularne są proso, ryż, i fasola. Jeszcze w XIX w. kraj porastały dziewicze lasy tropikalne, obecnie w stanie naturalnym pozostały tylko trzy kompleksy: Nyungwe na południowym zachodzie kraju, Akagera na północnym wschodzie i Masyw Wirunga. Znaczne obszary są zajęte przez uprawy rolne bądź przez wtórne zalesienia głównie eukaliptusami. Korzystne warunki klimatyczne zachęcały do osadnictwa nawet odległe społeczności, przede wszystkim z północy kraju. Odczuwa się brak ziemi uprawnej. Ludność, w przeważającej mierze rolnicza, liczyła w opisywanym okresie 6,5 mln mieszkańców. Gęstość zaludnienia była największą w Afryce – 250 mieszkańców/km<sup>2</sup>, a odliczając powierzchnię zajęta przez parki narodowe i liczne jeziora – aż 387 mieszkańców/km<sup>2</sup>. Na jedną średnią, ośmioosobową, rodzinę przypadał 1 ha ziemi uprawnej, a na południu kraju 0,6 ha. Obec-

\* Wartości przepływu jednostkowego i deficytu odpływu zostały skorygowane w tabeli 1.



Rys. 5. Wiejskie osiedle w Rwandzie.

Fig. 5. Maisons de campagnes au Rwanda.



Rys. 6. Zagospodarowana dolina rzeczna; ukształtowanie powierzchni pól przyspiesza odpływ nadmiaru wody.

Fig. 6. Vallée de la rivière aménagée; la configuration de surface des champs accélère l'écoulement de l'eau.

nie ludność Rwandy znacznie przekroczyła 10 mln mieszkańców, a więc te proporcje są znacznie mniej korzystne. Mogą być tylko złagodzone zmienioną strukturą zawodową, ponieważ kraj teraz dosyć intensywnie się rozwija i zwiększa się zatrudnienie w sektorze przemysłu i usług. Niemniej w Rwandzie brakowało i zapewne ciągle brakuje ziemi uprawnej. Pomimo nawet trzykrotnych zbiorów w ciągu roku występowały poważne trudności z wyżywieniem społeczeństwa. Często w okresie przednówka tylko banany

pod różnymi postaciami pozwalały przetrwać licznym rodzinom i odsunąć widmo głodu. Pomimo skromnych warunków ludność rolnicza żyje w prostych, ale schludnych domach otoczonych bujną roślinnością (rys. 5).

Rząd Rwandy poszukiwał różnych możliwości, aby złagodzić problem wyżywienia społeczeństwa. Działania te wspierały organizacje międzynarodowe i kraje rozwinięte. Jednym ze sposobów było zwiększenie powierzchni upraw przez wykorzystanie terenów niezagospodarowanych lub zagospodarowanych niewłaściwie. Prawdopodobnie te zabiegi trwają do dziś. Jednym ze sposobów zwiększenia płodów rolnych jest zajmowanie małych dolin, które utworzyła gęsta sieć rzeczna zwłaszcza w górnych częściach zlewni. Doliny te są wysłane grubą warstwą aluwii pochodzących z erozji wylesionych zboczy. Szybka zmiana spadku zboczy przechodzących w doliny powoduje wyhamowanie prędkości wody i sedymentację materiału unoszonego. Są to dobre urodzajne gleby, wymagające jednak regulacji stosunków wodnych. W porze deszczowej doliny rzeczne są zalewane spływającą ze zboczy wodą. Zagospodarowanie dolin polega na ukształtowaniu kanałów i wyniesionych poletek o kopulastym kształcie (rys. 6).

Ten lejkowaty kształt doliny i układ pól sprzyjają szybkiemu odprowadzeniu wody. Zwracaliśmy uwagę, że nadmierne i szybkie odwodnienie bez urządzeń retencyjnych może w przyszłości naruszyć stosunki wodne. Już w czasie prowadzonych prac niektóre zagospodarowane tereny wykazywały przesuszenie, o czym świadczyła pojawiająca się roślinność kserofilna. Władze Rwandy miały świadomość konieczności racjonalnego wykorzystania ziemi. Poznanie zasobów wody i jej obiegu w małych, rolniczych zlewniach rzecznych uznano za bardzo ważne zadanie. W tym celu powstał projekt pilotażowy pt. *Zagospodarowanie dolin rzecznych w sześciu gminach prefektury Gikongoro*. Organizowała go Światowa Organizacja Wyżywienia i Rolnictwa (FAO), wyspecjalizowana agenda ONZ, we współpracy z rządem Rwandy i innymi instytucjami. Celem projektu było stworzenie podstaw racjonalnej gospodarki rolnej w dolinach małych rzek, głównie w ich górnych partiach.

### Podstawy badań hydrologicznych w projekcie pilotażowym

Prefektura Gikongoro znajduje się na południu kraju. Jest to, poza masywem Wirunga, najbardziej wzniesiony region. Wysokości nad poziom morza osiągają 3000 m, a w okolicach Gikongoro, gdzie realizowano wspomniany projekt, 1800 do 2000 m. Zagospodarowanie dolin rzecznych rozpoczęło się bez znajomości obiegu wody i procesów hydrologicznych. Dlatego wytypowano dwie małe zlewnie, aby tam rozpocząć badania hydrologiczne wraz z możliwie racjonalną techniką agronomiczną. W pierwszym etapie badania, w których uczestniczyłem, rozpoczęto w zlewni Nyamugali (8,4 km<sup>2</sup>), znajdującej się około 1 km na południowy wschód od Gikongoro. Miały one posłużyć jako podstawa metodyczna do poznania obiegu wody w innych zlewniach przewidzianych do zagospodarowania oraz do ewentualnego przenoszenia uzyskanych wyników na inne zlewnie, które mają podobny charakter. Podjęto prace w celu wyznaczenia i śledzenia głównych składników obiegu wody w zlewni Nyamugali.

## Opad atmosferyczny

Zanim rozpoczęły się prace w projekcie istniało już 5 stacji opadowych w zlewni. Były one zlokalizowane tylko na wzniesieniach, stąd nie proponowano do wyznaczania wysokości średniego opadu metody hipsometrycznej, która wydawała się najbardziej właściwa w tamtych warunkach. Z konieczności zaproponowano metodę wieloboków Thiessena albo po prostu metodę średniej arytmetycznej. Zapoznano miejscowych hydrologów z zasadami wyznaczania opadu średniego metodą hipsometryczną, aby ją zastosoować, kiedy zostaną zainstalowane pluwiometry w dolinie rzeki (co zaproponowano do wykonania możliwie niezwłocznie). W stacji opadowej, w której zgromadzono długą serię danych, wykonano analizę średniego opadu miesięcznego i rocznego, obliczając prawdopodobieństwo jego przewyższenia, co umożliwiało porównywanie wartości aktualnego opadu miesięcznego z opadem o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia.

## Odptyw powierzchniowy

Wraz z rozpoczęciem projektu wykonano kilka pomiarów małych przepływów za pomocą zastawki przelewowej, a do obliczenia wielkich przepływów próbowano zastosować formułę opracowaną przez organizację francuską ORSTOM. Były to pierwsze próby w tym zakresie. W porozumieniu z kierownictwem projektu postanowiono poświęcić możliwie dużo uwagi odpływowi powierzchniowemu. Wykonano w tym celu prace instalacyjne i pomiarowe. Wykorzystano zakupiony już wcześniej sprzęt pomiarowy, który nie był jeszcze używany. Zainstalowano wodowskaz (rys. 7), włączając go do sieci niwelacji państwowej i rozpoczęto pomiary przepływu. Wykonano kilka pomiarów małych przepływów, a za kilka dni, po silnym opadzie, nastąpiło wezbranie podczas którego wykonano pełne pomiary natężenia przepływu. W krótkim czasie udało się opracować dosyć dobrej jakości zależność stan wody – przepływ w zakresie znacznej amplitudy stanu wody. Pomimo dużego spadku zwierciadła wody zależność ta wykazywała znaczną histerezę. Wyznaczono orientacyjnie strefę jej wystąpienia i sposoby wyznaczania natężenia przepływu w warunkach jej niejednoznaczności. Wykonano profile poprzeczne i profil podłużny, oceniono współczynnik szorstkości, który wydawał się mocno zróżnicowany w przekroju poprzecznym z powodu jego konfiguracji i rodzaju roślinności. W przypadku niemożliwości wykonania bezpośrednich pomiarów natężenia przepływu zalecano stosowanie znanych równań Manniga albo Chezyego do obliczenia wielkich przepływów, wykorzystując uzyskane dane geometrii koryta i jego szorstkości. Zalecono, aby po zainstalowaniu pluwiografu próbować ustalić czasy reakcji i koncentracji wezbrania, co miałyby znaczenie do jego prognozowania podczas prac polowych.

Zwracano uwagę na możliwość intensywnej erozji i sedymentacji w głównym korycie rzeki, powodujących szybką zmianę dolnej gałęzi krzywej natężenia przepływu. Sugerowano bezpośrednie pomiary materiału unoszonego jako wskaźnika erozji zbczy i sedymentacji – zwłaszcza podczas silnych wezbrań. Proponowano również zastosowanie równania krzywej opadania i wysychania w okresie bezopadowym.





Rys. 7. Instalacja wodowskazu Nyamugali.

Fig. 7. Installation de l'échelle limnimétrique Nyamugali.

W czasie najbliższego okresu opadowego pierwszy segment wodowskazu został zgięty prawie pod kątem  $90^\circ$ , co pokazało, jak wielką dynamiką charakteryzuje się przepływ w tym małym korycie rzeki. Zaproponowano, aby pierwszy element zastąpić wodowskazem palowym.

### Zasoby wody w strefie saturacji i aeracji

Wielki wpływ na uprawy wywiera woda w strefie saturacji. Chodzi o możliwość utrzymania jej poziomu poniżej systemu korzeniowego uprawianych roślin. Ten składnik obiegu wody doceniono już na początku realizacji projektu, instalując w zlewni Nyamugali 72 piezometry i śledząc poziom wody gruntowej, aby skutecznie dostosować głębokość kanałów odwadniających. Natomiast w celu oceny kształtowania zawartości wody w strefie aeracji zaproponowano zastosowanie metody grawimetrycznej, co wiązało się z zakupem odpowiedniego sprzętu, który został wyszczególniony kierownikowi projektu i miejscowemu personelowi. Zaproponowano miejsca poboru prób w kilku profilach piezometrycznych.

### Parowanie terenowe

Wykorzystanie fizycznych modeli parowania nie było możliwe z powodu braku danych bilansu cieplnego, niezbędnych do ich stosowania. Wobec tego zaproponowano wykorzystanie formuły FAO, dosyć powszechnie stosowanej w Afryce do wyznaczania dobowych wartości parowania potencjalnego i porównywania tych wyników ze wska-

zanimi ewaporymetru Picha, który był zainstalowany na stacji klimatologicznej w Gikongoro. Rozważano również instalację w przyszłości stacji klimatologicznej na terenie prowadzonych badań. Niektóre pomiary i obserwacje w zlewni Nyamugali rozpoczęto wraz pracami melioracyjnymi i agrotechnicznymi. Inne prace miały być rozpoczęte w po zakupie sprzętu pomiarowego i przeszkoleniu miejscowych hydrologów.

### **Inne prace związane z zagospodarowaniem dolin małych rzek**

Wykorzystanie licznych małych zlewni do zwiększenia powierzchni upraw rolnych było ważną strategią władz Rwandy i instytucji międzynarodowych. Wraz z opisanym powyżej projektem badawczym realizowano równocześnie projekt *Inwentaryzacja małych dolin rzecznych w Rwandzie*. Celem tego zadania była lokalizacja oraz ocena jakości terenów możliwych do zagospodarowania rolniczego i opracowanie ich charakterystyk fizycznogeograficznych. Uczestniczyłem w tym projekcie w charakterze hydrologa. Moim zadaniem było zdefiniowanie i wybór informacji hydrologicznych, w celu ich wykorzystania do charakterystyki zinwentaryzowanych małych dolin rzecznych możliwych do zagospodarowania. Zaproponowano, aby zidentyfikowane doliny przyporządkować zlewniom rzek, w których one się znajdują, co ułatwiłoby ocenę i śledzenie zasobów wodnych w zlewni i w poszczególnych małych dolinach. Brano pod uwagę, że zagospodarowanie dolin będzie głównie oddziaływać na ich zasoby i obieg wody. Wskazano charakterystyki hydrologiczne i fizycznogeograficzne, które powinny być zidentyfikowane w terenie, bądź kartograficznie, aby mieć możliwość śledzenia ich zmienności w miarę zagospodarowania doliny rzecznej. Informacje te miały znaleźć się w banku danych zinwentaryzowanych terenów rolniczych.

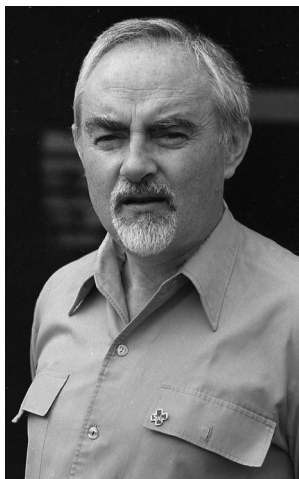
Wobec skromnych, a bardzo potrzebnych, informacji hydrologicznych wskazywano na konieczność powołania i organizacji rolniczej służby hydrologicznej dla potrzeb zagospodarowania małych zlewni rzecznych. Propozycja ta spotkała się z aprobatą miejscowych władz i instytucji międzynarodowych. Powierzono mi zadanie wykonania wstępnego projektu takiej służby. Było to zadanie rozległe i kosztowne. Wymagało wsparcia instytucji międzynarodowych. Wydawało się, że FAO, która finansowała dotychczasowe projekty, będzie mogła wesprzeć finansowo i organizacyjnie zaproponowane zadanie. Wykonano więc orientacyjny plan finansowy i rzeczowy. W projekcie przewidziano rekrutację personelu do szkolenia za granicą oraz zabezpieczenie nielicznych danych hydrologicznych, które mogły się znajdować u różnych użytkowników. Sporządzono wykaz aparatury pomiarowej hydrologicznej i klimatologicznej oraz sprzętu pomocniczego przewidzianego do zakupu. Następnie zaproponowano wstępną lokalizację stacji pomiarowych. Ponieważ w trakcie inwentaryzacji dolin rzecznych zidentyfikowano przeszło 3000 terenów do zagospodarowania agrotechnicznego, należało przewidzieć racjonalną lokalizację badań. W tym celu wykorzystano stosowaną wówczas metodą badań w zlewniach reprezentatywnych i eksperymentalnych. Aby dokonać wyboru tych zlewni, opracowany został informatycznie rozkład przestrzenny spadków dolin i cieków,

zagęszczenie dolin przewidzianych do zagospodarowania oraz wskaźnik ich infiltracji. Na tej podstawie wytypowano osiem regionów w kraju, w których przewidziano wybór zlewni rzecznych i lokalizację badań hydrologicznych i klimatologicznych.

Niestety rok później rozpoczęły się w Rwandzie krwawe wydarzenia. Straciłem kontakty z lokalnymi współpracownikami, a personel międzynarodowy został ewakuowany. Zabrakło informacji o tym, jak przebiegała realizacja rozpoczętych i zaprogramowanych prac badawczych oraz organizacja rolniczej służby hydrologicznej.

### Informacje nie związane z pracą w programie badawczym

Niech mi będzie wolno przekazać kilka spostrzeżeń nie związanych z powierzonym zadaniem. Będę rad, jeżeli to zainteresuje czytelników *Przeglądu Geofizycznego*. Tym bardziej, że przebywałem w Rwandzie w trudnym okresie. Często mieszkalem w oo. Pallo-tynów, którzy mieli skromną, lecz bardzo schludną siedzibę. Poznałem ich pracę i niektóre osobowości. Poza duszpasterstwem prowadzili rozległą działalność, współpracując z administracją kraju. Szczególnie rozległe usługi świadczyli w zakresie wydawniczym, publikując m.in. rządowe i administracyjne dokumenty. Jeśli chodzi o duszpasterstwo, to trzeba podkreślić ścisły i serdeczny związek misjonarzy z miejscową ludnością. Podczas nabożeństw kościoły były wypełnione. Spotkaniom tym towarzyszyły radosne śpiewy liturgiczne, oklaski, wytupywanie rytmu bosymi stopami. Wielkie wrażenie robiło Centrum Zdrowia „Gikondo”, którego twórcą i wieloletnim kierownikiem był wszechstronnie wykształcony ksiądz i lekarz Henryk Hoser (rys. 8), późniejszy wysłannik papieża do Medziugorie, pełniący wiele funkcji w stolicy apostolskiej, a wreszcie biskup diecezjalny diecezji warszawsko-praskiej.



Rys. 8. Ksiądz, lekarz Henryk Hoser, 1993 r.

Fig. 8. Prêtre, docteur Henryk Hoser, 1993.



Rys. 9. Pracownicy projektu.

Fig. 9. Equipe du projet.

Miałem możliwość poznać pracę jego i całego personelu, wykonywaną bezinteresownie z wielkim oddaniem. Na kilka dni przed moim ostatecznym powrotem do Polski rozgorzały kolejne niepokoje. Armia z północy zmierzała w kierunku stolicy. Na przedmieściach Kigali było słycać eksplozje. Jedni Pallotyni modlili się o mój szczęśliwy powrót, a inni odprowadzili mnie na lotnisko i żartowali z mojego zdenerwowania.

Rok później rozgorzała w Rwandzie straszna w skutkach wojna domowa, ludobójstwo, o którym dużo wiemy. Straciłem kontakty z miejscowymi współpracownikami. Natomiast otrzymałem od ekspatriowanych kolegów informacje o ich dalszych losach. Pisali o okrutnych wydarzeniach, ale również o szlachetności niektórych Rwandyjczyków, którzy z narażeniem życia usiłowali zabezpieczyć pozostawione mienie. Muszę przyznać się do wielkiej naiwności i braku rozeznania o grozie istniejącego konfliktu. Dużo o nim słyszałem, ale go nie dostrzegałem. Pracowałem z zespołem, w którym kierowcą był przedstawiciel Tutsi, a młody inżynier wywodził się z Hutu (rys. 9). Pracowaliśmy zgodnie w terenie, spożywaliśmy wspólnie posiłki, piliśmy miejscowe piwo, nie zdając sobie sprawy, co nas czeka. Ufam, że moi współpracownicy nie uczestniczyli w tych wydarzeniach i przeżyli.

## S t r e s z c z e n i e

Rwanda, kraj położony w strefie rowów tektonicznych Afryki, charakteryzuje się dobrymi warunkami klimatycznymi, wodnymi i glebowymi, ale brakuje tam ziemi uprawnej. Wykorzystanie licznych małych zlewni rzecznych i stworzenie podstaw racjonalnej gospodarki agrotechnicznej stało się ważną strategią rządu oraz organizacji międzynarodowych. Doliny rzek wysłane grubą warstwą aluwii są bardzo dobrym terenem rolniczym, ale wymagającym specjalnych zabiegów

agrotechnicznych i właściwej gospodarki wodnej. W celu racjonalnego gospodarowania w małych zlewniach rzecznych Światowa Organizacja Żywności i Rolnictwa (FAO) utworzyła na początku lat 90. pilotażowy projekt badawczy, który miał umożliwić śledzenie i kształtowanie obiegu wody w zlewniach rzecznych oraz zastosowanie właściwych zabiegów agrotechnicznych. Wyniki uzyskane w zlewni pilotażowej planowano wykorzystać w podobnych zlewniach regionu. Inny projekt FAO, w którym brałem udział, dotyczył inwentaryzacji małych dolin rzecznych możliwych do wykorzystania dla potrzeb rolnictwa. W tym projekcie, w którym zidentyfikowano przeszło 3000 małych zlewni, opracowaliśmy podstawy hydrologiczne w celu ich klasyfikacji. Kolejnym krokiem FAO było zaproponowanie podstaw rolniczej służby hydrologicznej. Wykonana została regionalizacja kraju w celu lokalizacji badań hydrologicznych w małych, rolniczych zlewniach rzecznych oraz opracowano podstawy organizacyjne, kadrowe i sprzętowe dla rolniczej służby hydrologicznej.

Słowa kluczowe: małe zlewnie, doliny rzeczne, sedimentacja, erozja, agrotechnika, obieg wody w zlewni, klasyfikacja dolin rzecznych, regiony hydrologiczne, rolnicza służba hydrologiczna.

## R e s u m é

Rwanda, pays situé dans la zone de Grands Rifts Africains, se caractérise par des conditions climatiques favorables, aussi bien hydrologiques que pédologiques, mais il y manque de surfaces cultivables. La mise en oeuvre d'une agronomie efficiente dans les nombreuses petites vallées des rivières a devenu une stratégie pour le gouvernement rwandais et des organisations internationales. Ces terrains au Rwanda on appelle «marais». Ils sont très fertiles, mais étant souvent inondés, nécessitent une bonne gestion de l'eau et une agronomie appropriée. Au cours des années 90 pour améliorer l'exploitation des marais, la FAO a lancé, dans la commune Gikongoro, un projet pilote dans le but d'observer le bilan hydrique et proposer des travaux agricole appropriés. Les résultats obtenus par le projet pilote on a suggéré à utiliser pour le marais similaires de la région. Un autre projet de la FAO, dans lequel j'ai assisté c'était l'inventaire des marais prévus à l'activité agricole. Dans ce projet on a identifié plus que 3 000 marais afin une activité agricole. Pour ce projet on a proposé les caractéristiques hydrologiques afin la classification de ces marais. Enfin l'ultime projet dans lequel j'ai participé avait pour l'objectif de mettre la base d'un service hydrologique agricole. Un découpage en région du pays a été élaboré afin y localiser l'activité hydrologique représentatif et on a prévu les bases organisationnelles de service hydrologique agricole.

Mots de clef: petit bassin versant, vallée de rivière, sédimentation, érosion, agronomie, circulation de l'eau bassin versant, marais, région hydrologique, service hydrologique agricole.