

GLD1446

Julian Scholowski -

Geol: E Europe Cratin to E
Baltic Shield to W
W Europe Cratin to W
Alpine Tethys to S

Geoth geol

- consists of Lower Crat, upper, and E Lower Jurassic -
Best geothermal potential in Lower Jurassic, of
Good perm, porosity, low TDS.

First basin in Lower Cretaceous Polish Basin

T = 35-60°C in Basin

0 - 3040 mg/l.

Second Basin - in Jurassic

More > 7000 wells in Poland + 200,000 seis
projects: produced up to 1,200,000, per
1,500,000.

water 0-150 g/l

T 35-130 °F @ 3,000 m.

Triassic Basin

water ≈ 300 g/l. Do not treat it
as being a viable resource at this time.

Gódkowicech Polski

Have fine process

Zacharnowick?? region - good low TDS, artesian water flow @ 86°C

- They are not doing wide exploring yet, just study.
- 4 to 1 km²

Estimate from 1 km², 2-46,000 tons oil equiv is possible, considering $\Delta T = T - 35^\circ C$.

Cenizmas - Warsaw -

168,000 T / km²

Q other regions, would expect less than these amounts.

Will find areas from 3 to 14 acc^t -

- Have built an experimental ge plant which relies on what they know of resonance.

- Big plant and plant for dist testing now underway
Pogorzala town $\approx 60,000$ people + others coming to get water.

- map of Tuzo top of Low Income.

Piots

- Has up strong 27 regions of small ~~ew~~ ew. damage where gas is highest priority.

Proto

Podhale Basin - paleogene syncline filled w/ flysch of other style, from 0 to 2.5 km thick.

- 6 deep wells drilled, each finding huge w/ high ~~top~~ productivity; depth goes to 2km, is quite elongated.

- On South 2.5 km Tatra pit.

- Rainwater recharge approx to stat E and of Sunny (near ?) -

- Present time 2 wells: 1 prod, 1 inprod.

Prod well = Blandoz, which was drilled as a stat #2 well to \$264 - cut off from 2006 or there

First injection began in Sept 91.

When it got going, no pumps are needed, just are the siphon effects.

Aquifer = Socine lvs

Water above Trane = 200m. of faucilla ocher pyro

Amalgam @ 6" pipe.

- In pt Sulby / they found metal particles in Chard - inq. settings. Looks like sabotage -
- use Swedish fuel gauges each of 2 down to $10 \text{ cm}^3/\text{hr}$.
- They found that aerifying these cells in a carbonaceous environment, person can find to keep stuff - ELCO.
- use: Heating, Hard, soft ~~constructions~~
- also found ad Sulby bus -

- One of these jobs: keep oxygen out of gas cells, may prove job in 1992, turned down a contract w/

- Finite Steel oddly -

Have tried to pin locations of pipes,

- some calculated ~~material~~ all manner of life

- of course.

- Some testy, 3-10 months ~~to~~ of fine ~~of~~

- no reservoir drawdown.

Podhale District Hating Keshk

main town Zachapani - a tourist.

- 100% coke & coal is furnished by utilities in slip world was -

- began trying to find financing for Proj 2925 ago, and W.B. in Poland.

~~Cap~~ Zachopain from

Heat and 4,053,800, but 20% caused by getting lost money.

- Heat and ≈ 50 MW for entire Catalan valley.
My plan to preheat water w/ gas 105 gas for preheating

- will need 7 doublets -- but Das came back in
again in San, Feb ----- May Dec -
Season!

- Total \$ 50 M for central valley part of their plan,
but does not include actions taken by Chas Lee (Katz)
- without gas, cost is only \$ 32 M.

- would like to do w/ Catal, & side valley -

- in Poland, my plants have to pay for cost of resources
U.S. gas + know how to valley.

- GS projects turn out to be in price of gas.

Corp Structure -

- manipulates, big hydro capacity -
Polish Heat Fund for Euro Project. - will have $> \frac{1}{2}$ shares
- ~~Polish~~ Polish Euro fund - returns Polish debt
in foreign countries.
- May have been of Badass before, and know there
is sympathy.

memorandum

DATE: October 8, 1993

REPLY TO
ATTN OF: EE-122 (John E. Mock, 6-5340)

SUBJECT: Meeting with Polish Delegation Concerning Geothermal District Heating Project

TO: Allan R. Hoffman, EE-10

THROUGH: Roland R. Kessler, EE-12

On October 26th at 9 AM, we are holding a meeting with a visiting delegation from a recently privatized Polish corporation undertaking a geothermal district heating system project in Krakow. The delegation includes three members -- the corporation chief executive and two top technical staff -- who will have spent the previous week touring several geothermal district heating sites in the U.S.

An independent American consultant, serving as coordinator for this visit, stated that they are definitely committed to building a \$2-3M expansion to the Krakow geothermal district heating system, and are receptive to using U.S. technology in the form of both services and hardware. The Poles are also seeking ongoing technical assistance for their project, and are interested in obtaining this assistance from the Geo-Heat Center and the Oregon Institute of Technology.

We have invited the representatives of the Committee on Renewable Energy Commerce and Trade from the Office of Technical and Financial Assistance to attend this meeting. We would also be pleased to have you attend if your schedule allows. Stan Calvert (X68021) will be able to provide you the location for the meeting, and answer any questions you may have.



John E. Mock, Director
Geothermal Division
Office of Renewable Energy Conversion
Energy Efficiency and Renewable Energy

DATE : Oct 10, 1993

TO : University of Utah Research Inst
: Attn: Dr Mike Wright

FROM : Andrew Tokarz
: Chicago, Il USA

FAX PHONE : 3126464402

VOICE PHONE : 3126462045/7085155471

MESSAGE : Re Visit by Polish Delegation
:
:

Polconda, Inc.
859 E. 130th St Chicago, IL 60633 USA Fax 312 646 4402

10/11/93

Univ of Utah Research Inst.
Attn: Dr Mike Wright, Director

Dear Dr. Wright:

I just wanted to drop you this note concerning the particulars of the Polish geothermal delegation. They will be leaving Chicago for Salt Lake City Oct 17 leaving at 11.40 Chicago time and arriving in Salt Lake City at 13.45. They plan to stay at the Motel 6 in Salt Lake Downtown at 176 w 6th South St tel 8015311252. They plan to stay until Oct 21 at which time they will fly from Salt Lake to Oregon leaving at 14.51 hours. The three people are Dr Julian Sokolowski, PhD. Ms Sokolowska, and Mr Piotr Dlugosz. They look forward to meeting with you and to touring your facilities.

Thanks for all the information and help that you have provided thus far.

Sincerely

Andrew Tokarz

Motel 6 Rm 109

*176W
6th S*

(531-1252)

Fred Georgio - President
~~Peter Blair - Co President~~
Georgio Foods, Inc

FAX 215-926-7012

referred by Peter Blair

MEMO TO: BILL LIPTVIN

FROM: PHILLIP MICHAEL WRIGHT

SUBJECT: DEVELOPMENT OF DISTRICT HEATING IN POLAND

April 19, 1993

This draft proposal presents a concept for how we could help your company determine the feasibility for installing a district heating system based on geothermal energy in Poland. A logical follow-on to feasibility determination would be implementation of a construction project to install the district heating system.

District heating using geothermal resources is practiced worldwide at specific locations where such resources occur near population centers. Above-ground equipment is standard and widely available, both in Europe and the U.S. Major differences are found in the subsurface occurrence of the resource. Some resources are found in more or less horizontal stratigraphic units or beds which occur over broad areas. An example of this type of resource is found in the Paris basin, France, where wells over a very large area succeed in finding thermal water which can be brought to the surface and used. In other locations, however, the geothermal water is controlled by faults that dip steeply into the ground. In this situation, thermal waters are found along a linear trend that corresponds to the direction of the fault. Often drilling to the fault at depths of several tens of meters to several hundreds of meters will produce hotter water than is found on the surface because of near-surface dilution with cold water.

Although standard equipment suitable for use in geothermal district heating systems is available from a number of vendors, the system needs careful design to work properly. One important consideration is the chemistry of the thermal water, and what special precautions have to be taken to prevent scaling in or corrosion of pumps, pipes, heat exchangers and other equipment. Proper sizing of all of this equipment is very important to minimize cost on the one hand and ensure proper functioning on the other hand. One important variable in sizing equipment is the heating load that each portion of the system must serve. This is a function of the heating degree-days and the quality of building construction, including insulation. Another important consideration is whether or not to design a system to meet all heating loads with the geothermal resource, or whether instead to install oil- or gas-fired peak heating, allowing one to use smaller pumps in the wells and fewer wells. These are all economic considerations.

The point of this brief discussion is that careful attention must be paid both to resource issues and to the surface heating installation. The team we are proposing to use has experience with all facets of these problems.

TEAM

The team we propose is:

University of Utah Research Institute (UURI)	Resource delineation, geology, geochemistry, drilling.
Oregon Institute of Technology (OIT)	System equipment design and specification, construction supervision.
Washington State Energy Office (WSEO)	System design and economic feasibility modeling.

PRELIMINARY STATEMENT OF WORK

As we presently visualize this work, it would be divided into three phases. Phase 1 would be feasibility determination, Phase 2 would be system design and Phase 3 would be construction and startup of operations. This draft proposal provided details only for Phase 1.

Phase 1 - Feasibility Determination.

The objective of this phase will be to determine whether or not the geothermal resource can be used in an economic way for district heating on a scale sufficient to be of interest to our client and the Government of Poland. It will consist of resource studies, evaluation of potential applications, determination of equipment availability and determination of an array of costs ranging from drilling to equipment to construction, and then analysis of the data.

We suggest a one-day meeting with the client to exchange ideas on geothermal district heating systems and project goals. This would be followed by a site visit of about 1 week in Poland for our resource and district heating experts. The purpose of the site visit would be to collect data on present knowledge of the resource and its physical and chemical characteristics, drilling practices and costs in Poland, and availability and cost of equipment and construction. In addition, information would be collected on the type of heating loads the system would have to handle, on the condition of buildings and on the weather. All of this information would be needed to determine the engineering and economic feasibility of a district heating system.

Upon our return to the U.S., an analysis of the data collected would be undertaken. This analysis would be centered around a unique computer simulation model for district heating systems that WSEO has pioneered. Their model is very comprehensive and allows one to examine quickly alternative system designs, including the incorporation of peaking power to supplement the geothermal resource. Thus, an optimum design and its economics could be selected.

All of the above analysis would be synthesized and documented in a report.

Phase 2 - System Design:

If the project looks feasible, a more detailed round of data collection would be needed to more closely specify system components, piping routes etc. At the same time, exploration work to supplement the known resource would be undertaken if needed. This phase would result in a specification of the district heating system that would allow construction to proceed.

Phase 3 - Construction and Startup.

We would plan and supervise construction, if the client so desires. We would use local labor to the extent possible. It is presently anticipated that some U.S. manufactured equipment would be used, but that the bulk could come from Eastern Europe. We assume that the system would be locally operated after its startup and a training period.

PHASE 1 COSTS

This estimate of Phase 1 costs is preliminary. However, it should serve to give the client a feeling for the magnitude of costs that would be incurred in this Phase. These costs do not include airfare, hotels or meals while in Poland. Labor costs are estimated here at an hourly billing rate of \$55, including burden.

Site Visit, 3 people, 8 days each for 192 hrs @ \$55	\$10,560
Feasibility Analysis, 3 people, 5 days for 120 hrs @ \$55	6,600
Miscellaneous, drafting, secretarial	2,000
TOTAL	\$19,160

U.S. Consulate
Attn: Consul in Charge, Visa Section
Karkow, Poland

August 30, 1993

Dear Consul:

The University of Utah Research Institute has been engaged in geothermal research and resource development since 1977. We have worked on projects aimed at electrical power generation as well as direct uses of geothermal resources, such as district heating, greenhouse heating, aquaculture and others. Recently, we have been speaking to Andrew Tokarz about the possibility of interacting with colleagues and other officials from Poland.

We would appreciate the opportunity to meet with a Polish delegation in the U.S. to explore a framework for establishing a program of cooperation between UURI and the Poles, and we would be very happy to host such a delegation in Salt Lake City. While this delegation is here, we would be able to show them examples of both electrical power generation and direct uses of geothermal resources in Utah.

The export potential of geothermal goods and services is enormous. The National Geothermal Association has estimated that U.S. companies could realize \$20 billion to \$40 billion in export business in the next twenty years. The jobs impact in the U.S. of such a volume of business is obvious. In addition, since geothermal energy has substantial environmental advantages over fossil and nuclear fuels, geothermal exports would help alleviate environmental problems worldwide.

We urge you to favorably consider requests to assist this Polish delegation in coming to the United States.

Sincerely,

Phillip Michael Wright
Vice President
University of Utah Research Institute

Mr. Geoffrey Jackson, Regional Director
U.S. Trade Development Agency
Central, Eastern & Southern Europe
Room 308, SA-16
Washington, DC 20523-1602

August 30, 1993

Dear Mr. Jackson:

The University of Utah Research Institute has been engaged in geothermal research and resource development since 1977. We have worked on projects aimed at electrical power generation as well as direct uses of geothermal resources, such as district heating, greenhouse heating, aquaculture and others. Recently, we have been speaking to Andrew Tokarz about the possibility of interacting with colleagues and other officials from Poland.

We would appreciate the opportunity to meet with a Polish delegation in the U.S. to explore a framework for establishing a program of cooperation between UURI and the Poles, and we would be very happy to host such a delegation in Salt Lake City. While this delegation is here, we would be able to show them examples of both electrical power generation and direct uses of geothermal resources in Utah.

The export potential of geothermal goods and services is enormous. The National Geothermal Association has estimated that U.S. companies could realize \$20 billion to \$40 billion in export business in the next twenty years. The jobs impact in the U.S. of such a volume of business is obvious. In addition, since geothermal energy has substantial environmental advantages over fossil and nuclear fuels, geothermal exports would help alleviate environmental problems worldwide.

We urge you to favorably consider requests to assist this Polish delegation in coming to the United States.

Sincerely,

Phillip Michael Wright
Vice President
University of Utah Research Institute

Final meeting w/ Polish Delegation -

1. want to know how to set up a field laboratory, as wanted as what they need for geoth exploration.

= They have equip for density etc.

- 20% wells are artesian (in carpor?) region.

- 80% not artesian.

- They have deep logging capability in their oil industry

- Financing for coersion projects or ushunts →

- Pathvi region, low TDS, 2-3 projects where resources are big. want several ge plants:

Central part of Poland has higher TDS

$\frac{3}{100} = 3\%$ salt

- one drilling project ready, hope for coersion - want to be ready for ushunts in new wells.

- also scientific exchange of people - they have had people go to Iceland + NZ

- Not all knowledge they have
obtained from geotech schools is
useful.

They think a school in Poland is interesting,
we would talk to their authorities to
help arrange this etc etc.

- There is a special Polish/American fund --
and Polish/American partners to go for a
project.

Jeff Waxmushki - Nat Acad Sci.
He is on chair of this fund.

- Interference testing -
water level in nearby wells

- 300 m²/hr

100 g/s

25 g/s

60

1500

- Software to model fluid
pneumat. sublequid, scaling, creep
etc.

- They have to spend \$ before end of the year.

They have 4 wells ready in ^{podhoke} ~~Bothara~~ region, ready to test. Only have limited testing by oil companies. need

Contacts as

Dennis F. Carter

Office of Cooperative Search

and Technology Program (OCS/STP)

US Dept of State

WPC 20520

202-647-3649

Ext-0773

Experimental Geothermal Heat of The

MEMORANDUM OF UNDERSTANDING

Mineral and Energy Science Research Centre of The
The Polish Academy of Sciences and the University

of which research institutes wish to join together
for the purpose of scientific interchange and
furthering the development of geothermal energy resources
in Poland.

Both parties are interested in establishing
projects to:

Specify design testing programs for
geothermal wells in Poland

PLAND

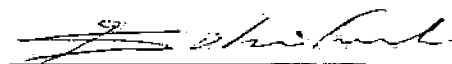
MEMORANDUM OF UNDERSTANDING

As a result of discussions in Salt Lake City, Utah, extending over a period of three days, from October 18, 1993 to October 21, 1993, the Experimental Geothermal Plant of the Mineral and Energy Economy Research Centre (EGP/MEERC) of the Polish Academy of Sciences and the University of Utah Research Institute (UURI) wish to cooperate in scientific interchange and projects for furthering geothermal development in Poland.

Both parties are interested in establishing projects for:

1. The interchange of scientific personnel, with visits of EGP/MEERC personnel to the U.S. and visits of UURI personnel to Poland;
2. Teaching of short courses in the U.S. by EGP/MEERC personnel and in Poland by UURI personnel on techniques for geothermal development;
3. Designing projects to test geothermal resources in Poland for the purpose of determining feasibility for development of direct-heat or power-generation uses of these resources, with emphasis on district heating;
4. Specifying other geothermal projects as may be mutually agreeable;
5. Supplying information to EGP/MEERC on laws and regulations in the U.S. that govern development and use of geothermal resources, and that govern environmental protection;
6. Participating in cooperative studies to determine the feasibility of using geothermal heat pumps in various regions in Poland; and,
7. Seeking financial support for carrying out such projects from sources both in the United States and in Poland.

The term of this MOU shall extend from October 21, 1993 to October 21, 1995, unless otherwise modified. It can be extended by written agreement of both parties. Either party can cancel this MOU at any time by notification in writing to the other party.



Date 21.10.1993

Julian Sokolowski, Director
Experimental Geothermal Plant
Mineral and Energy Economy Research Centre
Polish Academy of Sciences



Date 21 Oct 93

Phillip Michael Wright
Vice President
University of Utah Research Institute

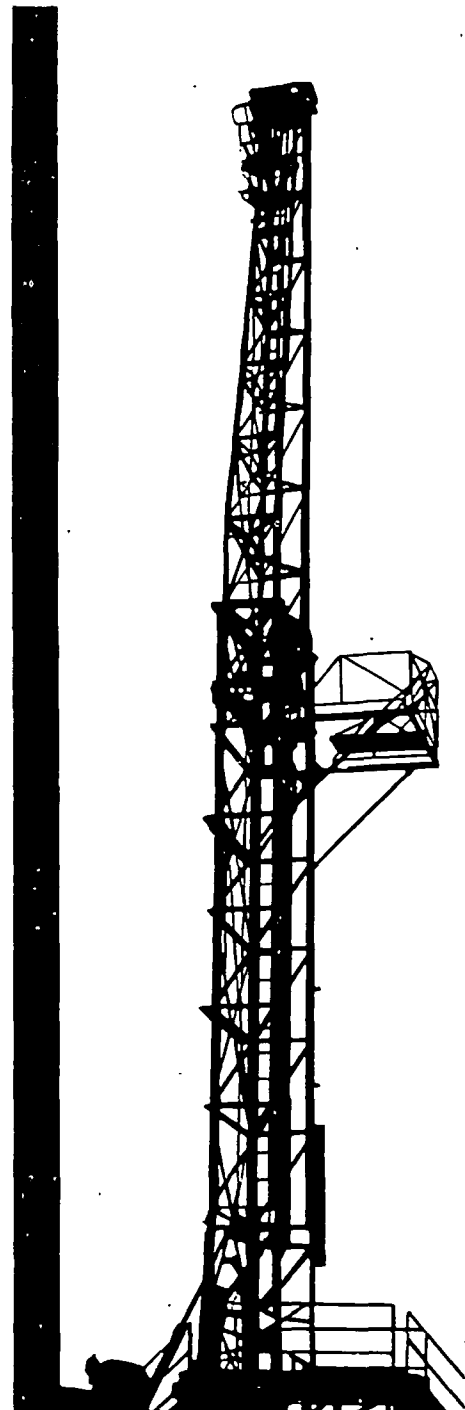
TECHNIKA POSZUKIWAŃ GEOLOGICZNYCH

GEOSYNOPTYKA I GEOTERMIA

6
1992

PAN
CPPGSMiE

PAS
MEERC



POLSKA AKADEMIA NAUK
CENTRUM PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW
GOSPODARKI SUROWCAMI MINERALNYMI I ENERGIA
oraz
OŚRODEK BADAWCZO-ROZWOJOWY
TECHNIKI GEOLOGICZNEJ

POLISH ACADEMY OF SCIENCES
MINERAL AND ENERGY ECONOMY
RESEARCH CENTRE
and
RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTRE
OF GEOLOGICAL TECHNIQUES

RADA REDAKCYJNA

Przewodniczący: prof. dr hab. inż. Roman Ney, Członek Rzeczywisty PAN
Zastępcy przewodniczącego: dr Michał Wilczyński, mgr Jan Żurko
Członkowie: doc. dr hab. inż. Wiesław Blaschke
prof. dr hab. Anna Jankowska-Kłapkowska
prof. dr hab. inż. Julian Sokołowski

ADVISORY EDITORIAL BOARD

Chairman
Vice Chairmen
Members

KOLEGIUM REDAKCYJNE:

Redaktor naczelny: prof. dr hab. inż. Julian Sokołowski
Zastępca redaktora naczelnego: mgr inż. Maria Gładysz
Redaktor techniczny: inż. Józefa Sokołowska

EDITORIAL BOARD

Editor in Chief
Subeditor
Assistant Editor

REDAKTORZY DZIAŁOWI:

dr inż. Kazimierz Betlej
prof. dr hab. inż. Janusz Dziewański
dr Marek Graniczny
dr inż. Henryk Linowski
mgr inż. Zenon Michota
dr inż. Andrzej Myśko
prof. dr hab. inż. Ludwik Szostak

ASSOCIATE EDITORS

ADRES REDAKCJI:

31-261 KRAKÓW
ul. J. Wybickiego 7
fax (48-12) 36-35-24

ADDRESS OF EDITORIAL OFFICE

Telefon:
Redaktor naczelny: (48-12) 36-24-35
Zastępca redaktora naczelnego: 36-11-00 w. (ext.) 128

Phone
Editor in Chief
Subeditor

All Rights Reserved

No part of the material protected by this copyright notice may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage and retrieval system, without written permission from the copyright owner.

PRENUMERATA

Prenumeratę przyjmuje Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw,
ul. Towarowa 28, 00-958 Warszawa
Konto: PBK-XIII oddział w Warszawie, nr 370044-1195-139-11

INDEKS 37911

TECHNIKA POSZUKIWAŃ GEOLOGICZNYCH GEOSYNOPTYKA I GEOTERMIA

KRAKÓW 1992 R.

DWUMIESIĘCZNIK

ROK XXXI—ZESZYT 6 (162)

SPIS TREŚCI CONTENTS СОДЕРЖАНИЕ

Maria GLADYSZ, Józefa SOKOŁOWSKA, Julian SOKOŁOWSKI	
— Geothermal projects in Poland	1
— Projekty geotermalne w Polsce	
— Геотермические проекты в Польше	
Symposium geotermalne w Erding	
— "Geothermal Energy Symposium 1992—Technology, Ecology, Economics, Erding 12–15 X 1992"	6
Julian SOKOŁOWSKI, Piotr DŁUGOSZ, Wiesław BUJAKOWSKI	
— The first geothermal plant in Poland	9
— Pierwszy zakład geotermalny w Polsce	
— Первое геотермическое предприятие в Польше	
Ireneusz SOLIŃSKI, Jerzy ZAŁUCKI, Józefa SOKOŁOWSKA, Mieczysława SOLIŃSKA	
— Analiza opłacalności pozyskiwania wód geotermalnych na Podhalu, w Uniejowie i w Skierniewicach	19
— Profitability analysis of obtaining geothermal water in the Podhale region, Uniejów and Skierniewice	22
— Анализ себестоимости эксплуатации геотермических вод в Подхале, Унееве и Скерневице	
A. M. ABDALLAH	
— Neogene-Quaternary in Egypt. The Nile Delta	25
— Neogen i czwartorzęd Egiptu. Delta Nilu	
— Неоген и четвертичный период Египета. Дельта Нила	
Józef WIECZOREK	
— Episodes — zeszyt wydany z okazji 29. Międzynarodowego Kongresu Geologicznego w Japonii	33
Antoni K. TOKARSKI (editor)	
— "Geological Problems of North-West Africa." Papers from the conference, Kraków, Poland, 23 and 24 April 1991	35
— „Geologiczne problemy północno-zachodniej Afryki”— Materiały z konferencji, Kraków 23–24 kwietnia 1991 r.	
— <<Геологические проблемы Северо-западной Африки>> — Материалы из конференции, Краков, Польша, 23–24 апреля 1991	
Maria PREIDL	
— Precambrian evolution of the Ougarta Range (NW Africa, Algerian Sahara)	36
— Prekambryjska ewolucja Ougarty (NW Afryka, Sahara Algierska)	
— Предкембрийская эволюция Угарты (Северо-западная Африка, Алжирская Сахара)	

Jan BROMOWICZ, Stefan KUREK	
— Lithology and sedimentation of Cambrian rocks in the Ougarta Mountains (NW Africa, Algerian Sahara)	39
— Litologia i sedimentacja skał kambriu Ougarty (NW Afryka, Sahara Algerska)	
— Литология и седиментация пород кембрийского периода Угарты (Северо-западная Африка, Алжирская Сахара)	
Stefan KUREK, Maria PREIDL	
— Metallogeny of copper in the Ougarta Range (NW Africa, Algerian Sahara)	43
— Metalogenia miedzi w Ougarcie (NW Afryka, Sahara Algerska)	
— Металлогения меди в Угарте (Северо-западная Африка, Алжирская Сахара)	
Jan ŻABA	
— Structural evolution of West Hoggar and Adrar des Iforas in the Pan-African orogeny (Central Sahara, Algeria and Mali) (A compilation)	45
— Ewolucja strukturalna zachodniego Hoggaru oraz Adrar des Iforas podczas orogenezy panafrykańskiej (Sahara Centralna, Algeria i Mali). (Kompilacja)	
— Структурная эволюция Западного Хоггара и Адрар дес Ифорас во время panaфриканского орогенеза (Центральная Сахара, Алжир и Мали (компиляция))	
Jan ŻABA	
— The structure and tectonic evolution of major Amescor-Adrar fault zone (West Hoggar, Algeria)	47
— Struktura i rozwój tektoniczny walnej strefy uskokowej Amescor-Adrar (Hoggar Zachodni, Algeria)	
— Структура и тектоническое развитие главной сбросовой зоны Амескор-Адрар (Западный Хоггар, Алжир)	
Antoni K. TOKARSKI	
— Eburnean(?) overthrust in the western part of Eglab massif, Reguibat uplift (West African craton)	50
— Eburneński (?) nasunięcie w zachodniej części masywu Eglab, tarcza Reguibat (kraton Afryki Zachodniej)	
— Эбурненский (?) надвиг в западной части массива Эглаб, Щит Регуйбат (кратон Западной Африки)	
Antoni K. TOKARSKI, Marek NIEĆ	
— Precambrian volcanoes in Eglab massif, Reguibat uplift (West African craton). Preserved volcanic landscape c. 2.0 Ga Old	51
— Prekambrzyjskie wulkany w masywie Eglab, tarcza Reguibat (kraton Afryki Zachodniej), zachowany krajobraz wulkaniczny sprzed około 2 mld. lat	
— Докембрийские вулканы в массиве Эглаб, Щит Регуйбат (Кратон Западной Африки). Сохранившийся вулканический ландшафт периода около 2 млрд. лет назад	
Jan JASIONOWICZ	
— Carboniferous rocks in Algerian Sahara	52
— Skały karbonu algerskiej Sahary	
— Структура пород каменноугольного периода в Алжирской Сахаре	
Stanisław DOKTÓR, Marek GRANICZNY, Vladimir LYSENKO	
— Kompleksowa analiza fotogeologiczna Sudetów Zachodnich na obszarze Polski i Czech	53
— The complex photogeological analysis of the Western Sudety Mts. in Poland and Bohemia	
— Комплексный фотогеологический анализ западных Судетов на территории Польши и Чехии	
Tadeusz STAROŃ, Halina MARCZAK	
— Wpływ parametrów geologiczno-górnicych na zużycie wody technologicznej przy podziemnym wytopianiu siarki	61
— The effect of the geological-mining parameters on the technological water consumption for underground sulphur melting	
— Влияние горно-геологических параметров на использование технологических вод при подземной выплавке серы	
Wincenty PAWŁOWSKI	
— Instytut Przemysłu Naftowego Jasielskiego Okręgu Górniczego w Krośnie (1925–1931–1939)	65
Janusz SOCZYLAŚ	
— Z dziejów badań geologicznych w Borysławiu	72
5 lat czasopisma pod nazwą <i>Technika Poszukiwań Geologicznych Geosynoptyka i Geotermia</i> . Spis publikacji z lat 1988–1992	73

M. Gładysz, J. Sokołowska, J. Sokołowski

PROJEKTY GEOTERMALNE W POLSCE

Artykuł przedstawia stan dotychczasowych badań i realizacji inwestycji w dziedzinie wykorzystania energii geotermalnej w Polsce. Polska jest stosunkowo bogata w zasoby wód geotermalnych o niskiej entalpii. Zostały one stwierdzone w basenach osadowych Niżu Polskiego, który jest częścią epiplatformowej prowincji środkowoeuropejskiej, a także w polskiej części prowincji karpackiej. Według ogólnej oceny, opartej na wynikach poszukiwań geologicznych i naftowych, całkowite zasoby potencjalne energii geotermalnej zawartej w wodzie wynoszą 34 727 Mt paliwa umownego (p.u.), gdzie 1 kg p.u. jest równoważny 7 Mcal = 29,3 MJ. Zasoby te są wystarczająco duże dla wykorzystania wód geotermalnych jako alternatywnego nośnika energii w ciepłownictwie, ogrodnictwie i rolnictwie. Największe zasoby energii geotermalnej występują w utworach liasowych subbasenów: szczecińsko-lódzkiego i grudziądzko-warszawskiego. W obrębie tych subbasenów wskazano kilka lokalizacji zakładów geotermalnych. Pierwsze otwory geotermalne odwiercono w Skierniewicach, Uniejowie i Pyrzycach. Kolejne wskazania lokalizacyjne to: Szczecin, Żyrardów, Mszczonów, Koło, Gniezno i Tarnów.

Najkorzystniejszym dla eksploatacji wód geotermalnych w Polsce jest subbasen podhalański, który jest częścią prowincji Karpat wewnętrznych. Woda geotermalna występuje w wapieniach środkowego eocenu w warunkach artezyjskich. Temperatura wody wynosi 86°C, a całkowite zasolenie nie przekracza 3 g/l. Aktualnie dwa otwory w Bańskiej i Białym Dunajcu pracują jako doświadczalny zakład geotermalny, dostarczając ciepło do szklarni i suszarni. W artykule przedstawiono bilans energii dla pierwszych otworów geotermalnych na Podhalu i w subbasenie grudziądzko-warszawskim.

J. Sokołowski, P. Długosz, W. Bujakowski

PIERWSZY ZAKŁAD GEOTERMALNY W POLSCE

Artykuł informuje o konstrukcji pierwszego zakładu geotermalnego w Polsce, który powstał na Podhalu, w Bańskiej i Białym Dunajcu. Zakład ten bazuje na dwóch wierceniach. Woda geotermalna z otworu eksploatacyjnego Bańska IG-1 jest dostarczana do wymienników ciepła, przez które ciepło jest przekazywane do wtórnego obiegu ogrzewającego obecnie budynek zakładu, szklarnię i suszarnię. Schłodzona woda geotermalna przesyłana jest rurociągiem do otworu chłodzonego Białą Dunajec PAN-1. Temperatura wody geotermalnej w złożu wynosi 86°C. Obecnie średnia wydajność otworu wynosi 10 m³/h/bar.

W artykule przedstawiono również zarys budowy geologicznej basenu podhalańskiego, warunków hydrogeologicznych oraz omówiono chemizm wód geotermalnych.

I. Soliński, J. Załucki, J. Sokołowska, M. Solińska

ANALIZA OPLACALNOŚCI POZYSKIWANIA WÓD GEOTERMALNYCH NA PODHALU, W UNIEJOWIE I W SKIERNIEWICACH.

Artykuł przedstawia główne założenia analizy ekonomicznej opłacalności wykorzystania wód geotermalnych, zarys metodyki oraz wstępne wyniki obliczeń dla trzech rejonów Polski tj.: Podhala, Uniejowa i Skierniewic.

W analizie zastosowano metodykę obliczeń kosztów pozyskiwania energii cieplnej dla porównania kosztów wytwarzania energii cieplnej z ciepłowni na węgiel kamienny z kosztami energii cieplnej możliwej do wykorzystania z wód geotermalnych. Natomiast ocenę rentowności przedsięwzięć inwestycyjnych oparto o: wartość kapitałową, wskaźnik zysku,

wewnętrzna stopę procentową i okres zwrotu nakładów kapitałowych. W obliczeniach tych uwzględniono pełny rachunek nakładów i kosztów na wiercenie otworów geotermalnych i budowę zakładów geotermalnych.

Wyniki obliczeń wskazują na wysoką opłacalność wykorzystania wód geotermalnych w rejonie Podhala. W przypadku Uniejowa opłacalność występuje tylko w sytuacji wykorzystania wody w pełnym zakresie temperatur. Natomiast w przypadku Skierniewic analiza wykazała brak efektywności i rentowności przedsięwzięcia.

Poziom rentowności, szczególnie w obu ostatnich przypadkach, może być zwiększony przy założeniu, że wykonane już odwierty zostaną bezpłatnie przekazane do wykorzystania.

A. M. Abdallah

NEOGEN I CZWARTORZĘD EGIPITU DELTA NILU

Na podstawie rezultatów 26 głębokich wierceń prowadzonych przez kampanie naftowe od 1960 r. zrekonstruowano stratygrafię i historię geologiczną delty Nilu. Wśród utworów neogenu i czwartorzędu wyodrębniono 8 jednostek litostratygraficznych, od spagu do stropu: Sidi Salem Fm., Qawasim Fm., Rosetta Fm., Abu Madi Fm., Kafr El-Sheikh Fm., El-Wastani Fm., Mit Ghamr Fm., Bilqas Fm. Krótko przedstawiono ich charakterystykę — litologię, granice, stratygrafię, rozmieszczenie, środowisko sedymentacji, znaczenie ekonomiczne. W formacji Abu Madi (dolny miocen) występuje gaz ziemny eksploatowany na dwóch polach. Ogromna miąższość (około 4000 m) osadów delty Nilu jest interpretowana jako rezultat subsydencji trwającej od późnego trzeciorzędu, kontrolowanej przez system uskoku o przebiegu głównie NW-SE i ENE-WSW.

M. Preidl

PREKAMBRYJSKA EWOLUCJA OUGARTY (NW AFRYKA, SAHARA ALGERSKA)

Artykuł omawia strukturalną ewolucję Ougarty podczas późnego prekambriu, opartą o koncepcje tektoniki kier lito-sfery. Ougarta znajduje się w obrębie Trans-Saharyjskiej Strefy Panaafrykańskiej. W obrębie sukcesji prekambryjskiej wyróżniono cztery asocjacje skalne: (1) asocjację skał osadowych, (2) asocjację andezytowo-bazaltową, (3) asocjację szarogłazowo-andezytową oraz (4) asocjację ryolitową. Asocjacje (1) i (2), występujące w SW partii Ougarty, powstały na krawędzi kratonu Afryki Zachodniej, przed (1) i podczas (2) panaafrykańskiej subdukcji. Asocjacja (3), występująca w NE części Ougarty, powstała w rowie oceanicznym podczas tej subdukcji. Asocjacja (4), występująca w całej Ougarcie, powstała podczas panaafrykańskiej kolizji.

J. Bromowicz, S. Kurek

LITOLOGIA I SEDYMENTACJA SKAŁ KAMBRU OUGARTY (NW AFRYKA, SAHARA ALGERSKA)

W obrębie kambryjskiej sukcesji Ougarty wyróżniono sześć litofacji. Są to, od dołu ku górze, litofacje: zlepieńcowa; szarogłazów i czerwonych arkoz; szarogłazów i arkoz z poziomami Scolithos; polimiktycznych. żle wysortowanych piaskowców; piaskowców kwarcytowych z drobnymi zlepieńcami oraz kwarcytowych piaskowców z poziomami Scolithos i skorupami Lingul. Utwory tej sekwencji zostały osadzone na równi aluwialnej, częściowo równiny nadmorskiej, usytuowanej w rejonie szwu panaafrykańskiego. Równina ta była pochylona ku NW. Materiał osadowy był transportowany od SE. W rejonie źródłowym dominowały skały wulkaniczne.

S. Kurek, M. Preidl

METALOGENIA MIEDZI W OUGARCIE
(NW AFRYKA, SAHARA ALGERSKA)

Występowanie mineralizacji miedzi w Ougarcie jest związane z: (1) skałami wulkanicznymi górnego prekambriu, (2) dolno-kambryjskimi utworami klastycznymi równi pływowych oraz (3) warwscyjskimi i alpejskimi strefami uskokuwymi. Dwa rodzaje mineralizacji występują w skałach wulkanicznych górnego prekambriu (1): miedź rodzima oraz polimetaliczne siarczki miedzi, ołowiu i cynku z pirytem. Formy mineralizacji miedzią w dolnym kambrze (2) obejmują mineralizację rozproszonymi siarczkami miedzi oraz rozproszonym chalkopirytem. Mineralizacja miedzią w strefach uskokuwowych (3) jest nader niejednorodna i uboga. Mineralizacja związana z prekambryjskimi skałami wulkanicznymi (1) może tworzyć skupienia ekonomiczne.

J. Żaba

EWOLUCJA STRUKTURALNA ZACHODNIEGO
HOGGARU ORAZ ADRAR DES IFORAS PODCZAS
OROGENEZY PANAFRYKAŃSKIEJ
(SAHARA CENTRALNA, ALGERIA I MALI)
(KOMPIŁACJA)

Rozwój strukturalny Zachodniego Hoggaru i Adrar des Iforas podczas orogenezy panafrkańskiej został podzielony na trzy etapy: przed (1), w trakcie (2) oraz po (3) głównej kolizji. Przedyskutowano zjawiska strukturalne zachodzące podczas każdego z tych etapów oraz ustalono ich sukcesję.

J. Żaba

STRUKTURA I ROZWÓJ TEKTONICZNY
WALNEJ STREFY USKOKOWEJ AMESCOR-ADRAR
(HOGGAR ZACHODNI, ALGERIA)

Strefa uskokuwa Amescor-Adrar, o długości około 1000 km, jest jedną z najwybitniejszych stref tektonicznych w Afryce Zachodniej. W jej obrębie występują sfoliowane i zmylonityzowane skały zasadowe i ultrazasadowe będące prawdopodobnie fragmentami litosfery oceanicznej, jak również sfoliowane i zmylonityzowane skały kompleksu wulkaniczno-osadowego zmetamorfizowane w facji wysokiego ciśnienia. Strefa uskokuwa była czynna podczas orogenezy panafrkańskiej. Występujące w niej skały były deformowane w czterech etapach. Wiek tych deformacji został określony przez porównanie z obszarem Adrar des Iforas, gdzie analogiczne deformacje są datowane radiometrycznie.

A. K. Tokarski

EBURNEŃSKIE(?) NASUNIĘCIE W ZACHODNIEJ
CZĘŚCI MASYWU EGLAB, TARCZA REGUIBAT
(KRATON AFRYKI ZACHODNIEJ)

Jest to pierwsze regionalne nasunięcie opisane z algierskiej części masywu Eglab. Wiek nasunięcia jest uważany za późno-eburneński.

A. K. Tokarski, M. Nieć

PREKAMBRYJSKIE WULKANY W MASYWIE EGLAB,
TARCZA REGUIBAT
(KRATON AFRYKI ZACHODNIEJ),
ZACHOWANY KRAJOBRAZ WULKANICZNY
SPRZED OKOŁO 2 MLD. LAT

Liczne eburneńskie stratowulkany są dobrze zachowane. Wulkany najmniej zerodowane tworzą stożkowe wzgórza o wysokości do paruset metrów ponad poziomem regu. W zachodniej części masywu znaleziono eburneński maar.

J. Jasionowicz

SKAŁY KARBONU ALGERSKIEJ SAHARY

Skały karbonu platformy saharyjskiej zostały sfaldowane podczas orogenezy kaledońskiej i orogenezy warwscyjskiej. Obecnie są zachowane w synklinoriach. Przedstawiono rozmieszczenie tych synklinoriów. Transgresja karbońska posuwała się ku wschodowi z zachodu i północno-zachodu.

S. Doktor, M. Graniczny, V. Lysenko

KOMPLEKSOWA ANALIZA FOTOGEOLOGICZNA
SUDETÓW ZACHODNICH NA OBSZARZE
POLSKI I CZECH

Przedstawiono wyniki kompleksowej analizy zdjęć satelitarnych Sudetów Zachodnich na obszarze Polski i Czech. Wyniki fotointerpretacji omówiono w nawiązaniu do: tektoniki, występowania złóż rud metali, działalności wulkanicznej, wystąpień wód mineralnych i geotermalnych oraz danych sejsmologicznych i geofizycznych. Rozpoznano dziewięć stref wyznaczających główne rysy tektoniki nieciągłej na badanym obszarze. Analiza fotogeologiczna pozwoliła również na rozpoznanie kierunków struktur przedłużających ryft Ochry na teren Polski. Tezę tę wydadają się potwierdzać dane dotyczące wulkanizmu trzeciorzędowego oraz hydrogeologii.

T. Marczak, H. Staroń

WPLYW PARAMETRÓW
GEOLOGICZNO-GÓRNICZYCH NA ZUŻYCIE
WODY TECHNOLOGICZNEJ PRZY PODZIEMNYM
WYTAPIANIU SIARKI

W artykule omówiono parametry geologiczno-górniczne determinujące wartość jednostkowego wskaźnika zużycia wody technologicznej przy podziemnym wytopianiu siarki. Podkreślono decydującą rolę jednego z parametrów - zasobności, podstawowego miernika jakości złoża. W dalszej części artykułu podano niektóre sposoby określania wartości wskaźnika zużycia wody grzewczej, będące wynikiem rozważań teoretycznych, badań modelowych i eksperymentalnych. Wykorzystując wyniki badań wskaźnika zużycia wody i zasobności złoża z kopalni Jeziórko przeanalizowano je przy zastosowaniu metod statystyki matematycznej.

M. Gładysz, J. Sokółowska, J. Sokółowski

GEOHERMAL PROJECTS IN POLAND

The paper presents hitherto results of the research works and investment realisation on the field of the geothermal energy utilization. Poland is relatively rich in low enthalpy geothermal resources. They are discovered in the sedimentary basins of Polish Lowland, part of Epiplatform Middle European Province as well as in Polish Part of Carpathian Province. According to the general assessment based on the geological and petroleum exploration the total potential resources of the geothermal energy contained in waters are 34,727 Megatons of Standard Fuel (1 kg of the S.F. is equivalent of 7 Mcal = 29,3 MJ). They are enough large to consider geothermal water as an alternative energy carrier in the district heating, horticulture and agriculture. The largest resources of the geothermal energy occur in Liassic formations of Szczecin-Lódź and Grudziądz-Warsaw Subbasins. Within the above mentioned subbasins there are planned several geothermal projects. The first geothermal wells were drilled in Skierniewice, Pyrzyce and Uniejów. The next sites pointed for geothermal exploration are Szczecin, Żyrardów, Mszczonów, Koło, Gniezno and others. It was documented that the most promising for geothermal development is the Podhale Subbasin, the part of the Inner Carpathian Basin. At present time, seven deep wells have been drilled within the Podhale Subbasin. The water controlled by artesian pressure was recognized in the Middle Eocene limestone. The wellhead temperature of the geothermal water is up to 36°C and the total salinity does not exceed 3 g/l. Presently two wells are in the experimental operation as the geothermal doublet. It will supply heat to greenhouse and dryer. In the paper the energy balance for the first completed wells in Podhale and Grudziądz-Warsaw subbasins has been presented. There are also presented the unit costs of the installation of the geothermal heat for several location of the projects.

J. Sokółowski, P. Długosz, W. Bujakowski

THE FIRST GEOHERMAL PLANT IN POLAND

The paper informs about the first geothermal plant construction in Poland, in Podhale region, Bańska-Biały Dunajec. The plant is based on two wells. From the production well Bańska IG-1 geothermal water is supplied to heat exchangers, which transfer heat to the secondary supplies heating the plant building, greenhouse and drying chamber. Cooled geothermal water returns through the surface pipeline to the injection well Biały Dunajec PAN-1. Aquifer temperature is 86°C, and presently average yield of production well is 10m³/h/bar. Paper also presents the outline of geological structure of Podhale Basin, hydrological conditions and chemical composition of geothermal waters.

I. Soliński, J. Załucki
J. Sokółowska, M. Solińska

PROFITABILITY ANALYSIS OF OBTAINING GEOHERMAL WATER IN THE PODHALE REGION, UNIEJÓW AND SKIERNIEWICE

This paper reveals main assumptions of economic profitability analysis of utilization of geothermal water, the outline of methods, and preliminary calculational results for three Poland's regions, namely Podhale, Uniejów and Skierniewice.

In the analysis there was used costs calculation method of energy carriers production in the aim to compare heat energy costs of hard coal heating plants and heat energy costs of geothermal plants. Profitability valuation of investments

was based on: capital value, profit ratio, internal interest rate, and pay back period of capital outlays.

In this calculations were applied full costs and outlays account of geothermal drill-holes and geothermal plants.

There was proved a high profitability level of geothermal water usage in Podhale region. In Uniejów region the only full temperature geothermal water usage gives a reasonable economic profit. In the case of Skierniewice region is proved non profit geothermal investment.

Profitability level, in particular in both last cases may be increased assuming that existing geothermal holes will be cost free transferred for geothermal production.

A.M. Abdallah

NEOGENE-QUATERNARY IN EGYPT THE NILE DELTA

The stratigraphy and geological history of the Nile Delta is reconstructed mainly based on the results of 26 deep wells drilled by oil companies since 1960. The Neogene-Quaternary sequences are subdivided into eight rock-units (from bottom to top): Sidi Salem Fm., Qawasim Fm., Rosetta Fm., Abu Madi Fm., Kafr El-Sheikh Fm., El-Wastani Fm., Mit Ghamr Fm and Bilqas Fm. Their characteristics (lithology, limits, stratigraphy, distribution, sedimentary environments, economic potential) is briefly discussed. The Abu Madi Fm. (Lower Pliocene) is a gas collector exploited in two fields. The huge thickness (about 4000 m) of deltaic sediments of the Nile Delta is interpreted as a result of subsidence the Late Tertiary, governed by fault systems running mainly NW-SE and ENE-WSW.

M. Preidl

PRECAMBRIAN EVOLUTION OF THE OUGARTA RANGE (NW AFRICA, ALGERIAN SAHARA)

The paper presents a plate tectonic interpretation of structural development of the Ougarta Range during Late Precambrian. The Ougarta Range is situated in the Trans-Saharan Panafrican zone. Four Late Precambrian rock associations were distinguished within the range: (1) sedimentary rocks association, (2) andesitic-basaltic association, (3) greywacke-andesitic association, and (4) rhyolitic association. Associations (1) and (2), occurring in the SW part of the range, were formed on the margin of the West African craton, before (1) and during (2) the Panafrican subduction. Association (3), occurring in the NE part of the range, was formed in an oceanic trench during the subduction. Association (4), occurring in the whole range, was formed during the Panafrican collision.

J. Bromowicz, S. Kurek

LITHOLOGY AND SEDIMENTATION OF CAMBRIAN ROCKS IN THE OUGARTA MOUNTAINS (NW AFRICA, ALGERIAN SAHARA)

Six lithofacies have been distinguished within the Cambrian succession of the Ougarta. These are from bottom upwards: conglomerate; greywackes and red arkoses; greywackes and arkoses with Scolithos horizons; polymictic, poorly sorted sandstones; quartzitic sandstones with fine conglomerates; and quartzitic sandstones with Scolithos horizons and Lingula fauna. The sediments of this succession were laid down in an alluvial plain, partly coastal plain, situated in the area of the Panafrican suture. The plain was inclined towards NW, and fed with sediment from SE. Volcanic rocks dominated in the source area.

S. Kurek, M. Preidl

METALLOGENY OF COPPER IN THE OUGARTA
RANGE
(NW AFRICA, ALGERIAN SAHARA)

The occurrences of copper mineralization in the Ougarta range are related to: (1) Upper Precambrian volcanics, (2) Lower Cambrian tidal-flat clastic deposits, and (3) Variscan and Alpine fault systems. Two types of copper mineralization have been found in the Upper Precambrian volcanic rocks (1): native copper and polymetallic sulphides of copper, lead, and zinc with pyrite. The forms of copper mineralization in the Lower Cambrian (2) include: dispersed copper sulphides and dispersed chalcopyrite mineralization. The copper mineralization in tectonic zones (3) is very unevenly distributed and poor. The mineralization related to the Precambrian volcanic rocks (1) may form economic accumulations.

J. Žaba

STRUCTURAL EVOLUTION OF WEST HOGGAR AND
ADRAR DES IFORAS IN THE PAN-AFRICAN
(CENTRAL SAHARA, ALGERIA AND MALI)
(A COMPILATION)

Structural evolution of West Hoggar and Adrar des Iforas during the Pan-African orogeny was divided into three phases: before (1), during (2), and after (3) main collision. Structural phenomena occurring during each of these phases are discussed and their sequence is established.

J. Žaba

THE STRUCTURE AND TECTONIC EVOLUTION OF
MAJOR AMESCOR-ADRAR FAULT ZONE
(WEST HOGGAR, ALGERIA)

The Amescor-Adrar fault zone, c. 1.000 km long, is one of the most conspicuous tectonic structures in West Africa. Within the zone there occur foliated and mylonitized basites and ultrabasites, presumably fragments of oceanic lithosphere, and foliated and mylonitized rocks of volcano-sedimentary complex metamorphosed in high P conditions. The activity of the fault zone took place during the Panafrican orogeny. The rocks occurring in the zone were deformed in four phases. The ages of these phases are inferred by comparison with deformational events in the area of Adrar des Iforas dated there radiometrically.

A. K. Tokarski

EBURNEAN(?) OVERTHRUST IN THE WESTERN
PART OF EGLAB MASSIF, REGUIBAT UPLIFT
(WEST AFRICAN CRATON)

This is the first regional overthrust described in the Algerian part of the Eglab massif. The age of the overthrust is believed to be late Eburnean.

A. K. Tokarski, M. Nieć

PRECAMBRIAN VOLCANOES IN EGLAB MASSIF,
REGUIBAT UPLIFT (WEST AFRICAN CRATON),
PRESERVED VOLCANIC LANDSCAPE C. 2.0 GA OLD

Numerous Eburnean stratovolcanoes are well preserved. The least eroded volcanoes stand up in relief as conical hills up to few hundred meters above the reg. An Eburnean maar is present in the western part of the massif.

J. Jasionowicz

CARBONIFEROUS ROCKS IN ALGERIAN SAHARA

The Carboniferous rocks of the Saharan platform were folded during Caledonian and Hercynian orogenies. They are preserved in synclinoria. The distribution of these synclinoria is shown. The Carboniferous transgression advanced eastward, from west and north-west.

S. Doktor, M. Graniczny, V. Lysenko

THE COMPLEX PHOTOGEOLOGICAL ANALYSIS OF
THE WESTERN SUDETY MTS IN POLAND AND
BOHEMIA

The results of the complex analysis of satellite images Western Sudety Mts in Poland and Bohemia are presented. Results of photointerpretation are discussed in connection to tectonics, occurrence of metal ore deposits, volcanic activity, mineral and geothermal waters occurrence and seismic and geophysical data. Nine zones determining the main discontinuous tectonic features in the area, are recognized. The photogeological analysis also allowed to reconstruct the course of structures extending the Ohre fault trough into the Polish territory. His thesis seemed to have been confirmed by data regarded to Tertiary volcanism and hydrogeology.

T. Staroń, H. Marczak

THE EFFECT OF THE GEOLOGICAL-MINING
PARAMETERS ON THE TECHNOLOGICAL WATER
CONSUMPTION FOR UNDERGROUND SULPHUR
MELTING

In the paper it has been described the geological- mining parameters determining the unit rate value of the technological water consumption for the underground sulphur melting. The essential consequence of the one of the parameters - reserves ratio, which is fundamental measure of the deposit quality has been emphasized. Further some ways determining the rate value of the technological water consumption have been described. They resulted from theoretical considerations, modelling and experiments. The results from the investigation of the water consumption ratio and deposit reserves ratio in the "Jeziórko" mine have been examined by the use of the mathematical statistics.

ГЕОТЕРМИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ В ПОЛЬШЕ

В статье представлено состояние на сегодняшний день исследований и инвестиций в области использования геотермической энергии в Польше. Польша довольно богата геотермическими водами с низкой энthalпией. Наличие таких вод обнаружено в осадочных бассейнах Польской низменности, представляющей собой часть эпиплатформной Средне-европейской провинции, и в польской части Карпатской провинции. Согласно оценкам, основанным на результатах геологической и нефтяной разведки, общие потенциальные размеры геотермической энергии воды составляют 34727 мтг условного топлива (УТ), где 1 кг УТ равен 7 Мкал \approx 29,3 Мдж. Эти запасы достаточно велики для использования геотермических вод в качестве альтернативного носителя энергии, используемой в теплоцентралях, для обогрева теплиц и т.д. Наибольшие ресурсы геотермической энергии выступают в образованиях лейасовых суббассейнов: Щецинско-лодзинского и Грудзендско-варшавского. В районе этих суббассейнов предусмотрено создание нескольких геотермических объектов. Первые геотермические скважины были выполнены в Скерневице, Унееве, Пыжице. Очередные рекомендуемые локализации — это Шепин, Жирардов, Мшоно, Коло, Гнезно и Тарнов. Наиболее благоприятным для эксплуатации геотермических вод в Польше является Подхале-анский суббассейн, часть провинции внутренних Карпат. Геотермические воды выступают в известняках среднего эоцена в артезианских условиях. Температура воды составляет 86°С, а насыщенность соли не превышает 3 г/л. В настоящее время две скважины, действующие в Белом Дунайце и в Ваньской, используются как опытные предприятия снабжающие горячей водой теплицы и сушилки. В статье представлен также баланс энергии для первых геотермических скважин в Подхале и в Грудзендско-варшавском суббассейне.

Ю. Соколовски,
П. Длугош, В. Буяковски

ПЕРВОЕ ГЕОТЕРМИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ В ПОЛЬШЕ

В статье дана информация о конструкции первого в Польше геотермического предприятия (системы), которая была построена в районе Подхале, в местностях Ваньска и Белый Дунаец. Это предприятие основывается на двух буровых скважинах. Геотермальная вода из добывающей скважины Ваньска ИГ-1 проплывает в теплообменники, где тепловая энергия проходит во вторичную циркуляцию обогрева здания, оранжереи и сушилки. Охлажденная геотермальная вода нагревается в скважину Белый Дунаец ПАН-1. Температура воды в залежи 86°С. Средняя продуктивность добывающей скважины 10 м³/ч/бар.

В статье представлен очерк геологического строения Подхальского бассейна, гидрологических условий и химия геотермальной воды.

И. Солиньски, Е. Залуцки,
Ю. Соколовска, М. Солиньска

АНАЛИЗ СЕБЕСТОИМОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЕОТЕРМИЧЕСКИХ ВОД В ПОДХАЛЕ, УНЕЕВЕ И СКЕРНЕВИЦЕ

В статье представлены основные предпосылки экономического анализа целесообразности эксплуатации геотермических вод, описание методов и предварительные результаты подсчетов для трех районов Польши, т.е. Подхале, Унеева и Скерневице. При анализе была использована методика подсчета себестоимости получения тепловой энергии путем сравнения себестоимости энер-

гии, производимой теплоэлектроцентралью, которая отапливается каменным углем, с себестоимостью тепловой энергии геотермических вод. Оценка же рентабельности капиталовложений основывалась на следующих факторах: денежная стоимость, коэффициент прибыли, внутренняя норма процента и период возмещения капиталовложений. В подсчетах учитывалась также полная стоимость затрат на бурение геотермических скважин и средств, предназначенных на сооружение геотермических объектов. Результаты подсчетов указывают на высокую окупаемость эксплуатации геотермических вод в районе Подхале. В Унееве имеет смысл эксплуатировать геотермические воды только в том случае, если будут использованы воды во всем пределе температуры. В Скерневице же анализ показал неэффективность и нерентабельность такой эксплуатации. Уровень окупаемости, что особенно заметно на двух последних примерах, может возрасти при условии, если скважины, которые уже сделаны, будут переданы безвозмездно для дальнейшей их эксплуатации.

А. М. Абдаллях

НЕОГЕН И ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ПЕРИОД ЕГИПЕТА. ДЕЛЬТА НИЛА

На основании результатов 26 глубоких буровых скважин пробуренных нефтяными компаниями с 1960г. была проведена реконструкция стратиграфии и геологической истории дельты Нила. Среди отложений неогена и четвертичного периода выделено 8 литостратиграфических единиц, с подошвы до кровли: Сиди Салем Фм., Кавасим Фм., Абу Мади Фм., Кафр Эль-Шейк Фм., Эль-Вастани Фм., Мит Гамр Фм., Бильквас Фм.. Кратко представлены характеристики этих единиц: литология границы, стратиграфия, распространение, среда седиментации, экономическое значение. Формация Абу Мади (нижний миоцен) являющаяся коллектором газа эксплуатированная на двух полях. Очень большая мощность (около 4000 м) осадков дельты Нила интерпретируется как результат существующей с позднего третичного периода субсиденции, контролируемой системой сбросов имеющих ход главным образом СЗ-ЮВ и ВСВ-ЗЮЗ.

М. Прейдль

ПРЕДКЕМБРИЙСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ УГАРТЫ (СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ АФРИКА, АЛЖИРСКАЯ САХАРА)

В статье обсуждается структурная эволюция Угарты в поздней предкембрий на основе концепции тектоники литосферных платформ. Угарта расположена в районе транссахарской панафриканской зоны. В районе предкембрийской сукцессии выделяются четыре ассоциации пород: (1) ассоциация осадочных пород, (2) андезитово-базальтовая ассоциация, (3) граувакково-андезитовая ассоциация, (4) риолитовая ассоциация. Ассоциации (1) и (2), выступающие в юго-западной части Угарты, возникли на границе кратона Западной Африки до (1) и в ходе (2) панафриканской субдукции. Ассоциация (3), выступающая в северо-восточной части Угарты, возникла в океанском рве во время этой субдукции. Ассоциация (4), выступающая во всей Угарте, возникла во время панафриканской коллизии.

Я. Бромович, С. Курэж

ЛИТОЛОГИЯ И СЕДИМЕНТАЦИЯ ПОРОД КЕМБРИЙСКОГО ПЕРИОДА УГАРТЫ (СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ АФРИКА, АЛЖИРСКАЯ САХАРА)

В районе кембрийской сукцессии Угарты было выделено шесть литофаций. Это (сверху вниз) литофации: конгломератная, граувакка и красный аркоз, граувакка и аркозы с уровнями Сколитес.

полимиктовые, плохо сортированные песчанники, кварцитовые песчанники с мелкими конгломератами, кварцитовые песчанники с уровнями Сколитос и раковинами Лингул. Образования этой сенквенции оседали на аллювиальной плоскости, частично приморской равнины, расположенной в районе панафриканского шва. Эта плоскость имела наклон к северу-западу. Осадочный материал транспортировался с юго-востока. В исходном районе преобладали вулканические скалы.

С. Курж, М. Прейдль

МЕТАЛЛОГЕНИЯ МЕДИ В УГАРТЕ (СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ АФРИКА, АЛЖИРСКАЯ САХАРА)

Появление минерализации меди в Угарте связано с: (1) вулканическими породами верхнего предкембрия, (2) нижнекембрийскими обломочными образованиями, (3) варисцийскими и альпийскими сбросовыми зонами. В вулканических породах верхнего предкембрия выступают два вида минерализации (!) – природная медь и полиметаллические сульфиды меди, свинца и цинка с пиритом. Формы минерализации медью в нижний кембрийский период (2) охватывают минерализацию рассеянными сульфидами меди, а также рассеянным медным колчеданом. Минерализация медью в сбросовых зонах (3) до-прежнему несоразна и бедна. Минерализация связанная с предкембрийскими вулканическими породами может образовывать промышленные скопления.

Я. Жаба

СТРУКТУРНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЗАПАДНОГО ХОГГАРА И АДРАР ДЕС ИФОРАС ВО ВРЕМЯ ПАНАФРИКАНСКОГО ОРОГЕНЕЗА (ЦЕНТРАЛЬНАЯ САХАРА, АЛЖИР И МАЛИ)(КОМПИЛЯЦИЯ)

Структурное развитие Западного Хоггара и Адрар дес Ифорас во время панафриканского орогенеза разделяется на три этапа: (1) до орогенеза, (2) в ходе орогенеза, (3) после главного столкновения. В статье обсуждаются структурные явления имевшие место во время каждого из этих этапов и устанавливается их очередность.

Я. Жаба

СТРУКТУРА И ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ГЛАВНОЙ СБРОСОВОЙ ЗОНЫ АМЕСКОР-АДРАР (ЗАПАДНЫЙ ХОГГАР, АЛЖИР)

Сбросовая зона Амескор-Адрар, длиной около 1000 км, являясь одной из выдающихся тектонических зон Западной Африки. В её диапазоне выступают основные породы, подвергшиеся фолляции и милонизированные, и ультраосновные, являющиеся по всей вероятности фрагментами океанской литосферы, а также подвергшиеся фолляции и милонизированные породы вулканического эффузивно-осадочного комплекса, преобразованные в фации высокого давления. Сбросовая зона была действующей в период панафриканского орогенеза. Выступающие в ней породы подверглись четырехэтапной деформации. Возраст этих деформаций определялся путем сравнения их с Адрар дес Ифорас, где возраст аналогичных деформаций датируется радиометрически.

А. К. Токарски

ЭБУРНЕНСКИЙ(?) НАДВИГ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ МАССИВА ЭГЛАБ, ШИТ РЕГУИБАТ (КРАТОН ЗАПАДНОЙ АФРИКИ)

Первый описанный региональный надвиг алжирской части массива Эглаб. Возраст надвига датируется позднеэбурненским периодом.

А. К. Токарски, М. Неть

ДОКЕМБРИЙСКИЕ ВУЛКАНЫ В МАССИВЕ ЭГЛАБ, ШИТ РЕГУИБАТ (КРАТОН ЗАПАДНОЙ АФРИКИ). СОХРАНИВШИЙСЯ ВУЛКАНИЧЕСКИЙ ЛАНДШАФТ ПЕРИОДА ОКОЛО 2 МЛРД. ЛЕТ НАЗАД

Многочисленные эбурненские стратовулканы сохранились очень хорошо. Вулканы, наименее подвергнувшиеся эрозии, образуют конусообразные возвышенности высотой до нескольких сотен метров над уровнем рега. В западной части массива был обнаружен эбурненский маар.

Я. Ясенович

СТРУКТУРА ПОРОД КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕРИОДА В АЛЖИРСКОЙ САХАРЕ

Породы карбона сахарской платформы в период каледонского орогенеза и варисцийского орогенеза приобрели складчатую форму. В настоящее время они сохранились в синклиналиях. В работе представлено размещение этих синклиналий. Карбонская трансгрессия премещалась с запада и северо-запада на восток.

С. Доктур, М. Граничны, В. Лысенко

КОМПЛЕКСНЫЙ ФОТОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАПАДНЫХ СУДЕТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЬШИ И ЧЕХИИ

В статье представлены результаты комплексного анализа космических съёмок Западных Судетов на территории Польши и Чехии. Результаты фотоинтерпретации описаны в связи с тектоникой, распространением месторождений руд металлов, вулканической деятельностью, нахождением минеральных и геотермальных вод, а также сейсмологических и геофизических данными. Разведано девять зон определяющих главные линии несплошной тектоники на исследованной территории. Фотогеологический анализ сделал также возможной реконструкцию хода структур продолжающих ризт Охры на территорию Польши. Этот тезис кажущая подтверждать данные в области третичного вулканизма и гидрогеологии.

Т. Старцев, Х. Марчак

ВЛИЯНИЕ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОД ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ВЫПЛАВКЕ СЕРЫ

В статье представлены горно-геологические параметры, определяющие величину удельного коэффициента употребления технологической воды при подземной выплавке серы. Подчеркивается решающая роль одного из параметров – ресурсы залежей – как основного показателя качества месторождения. Далее в статье представлены некоторые способы определения величины употребления технической воды, что являясь результатом как теоретических рассуждений, так и модельных и экспериментальных исследований. Используя результаты исследований над коэффициентом употребления воды и ресурсами месторождения на примере рудника Ёзюрюк; эти параметры были проанализованы путем использования методов математической статистики.

GEOTHERMAL PROJECTS IN POLAND

INTRODUCTION

Poland is relatively rich in low enthalpy geothermal resources. They are located in the sedimentary basins of Polish Lowland, Fore-Carpathians and Carpathians. In the past the geothermal waters were known in some sites but used only for balneology and recreation. Since the middle of the 70's the geothermal water energy has been considered as an energy carrier, which could replace partially the combustion of the coal. It has a great importance for the environmental protection.

OCCURRENCE OF THE GEOTHERMAL WATERS AND THEIR POTENTIAL RESOURCES

According to the tectonic criteria Polish territory may be divided into two areas—a platform area, belonging to the Precambrian East-European and Palaeozoic West-European platforms, and an orogenic area—Carpathians. Taking into account both geostructural and geothermal criteria, within Poland the following main geothermal units have been established: the Sudetes Holy-Cross Region, Poland's part of the epiplatform Middle European Province, Poland's parts of Fore-Carpathians and Carpathians (6).

The Sudetes-Holy Cross (Świętokrzyski) Region has limited possibility of occurrence of geothermal water, mostly in the Sudetes Mts. The Sudetes are built mainly of Pre-Cambrian and Palaeozoic rocks. The geothermal water has been produced from the fractured metamorphic rocks. The temperature of the water produced from the depth not exceeding 750 m ranges from 20 to 60°C. The total salinity of water does not exceed 1 kg/m³. The water has been used for balneology (7).

The Polish part of the Middle European Province includes the Polish Lowland, the north margin of High Silesia Basin, the north part of the Miechów Basin, the north margin of the Holy-Cross Mts. and the Lublin Upland. It may be divided into 11 structural and geothermal basins. They are Cretaceous, Malm, Dogger, Liassic, Upper Triassic, Middle Triassic, Lower Triassic, Zechstein, Subsaline Lower Permian, Carboniferous-Devonian and Lower Palaeozoic basins (6). In general the temperature of the waters occurring in the depth interval between 1 and 4 km ranges from 30 to 120°C. The salinity of the waters depends on the depth of the reservoir and its relation to the Zechstein salt deposits. The reservoir rocks are sandstones and carbonates.

On the basis of the geostructural data (area, depth intervals, thickness), porosity, temperature, salinity, recoverable heat amount from water after cooling down to 20°C the potential resources of the geothermal water energy have been estimated for separated regions within the Polish Lowland (Fig. 1 and Table 1). The unit of

the heat energy, 1 kg of Standard Fuel (S.F) is equal 7 Mcal i.e. 29.3 MJ.

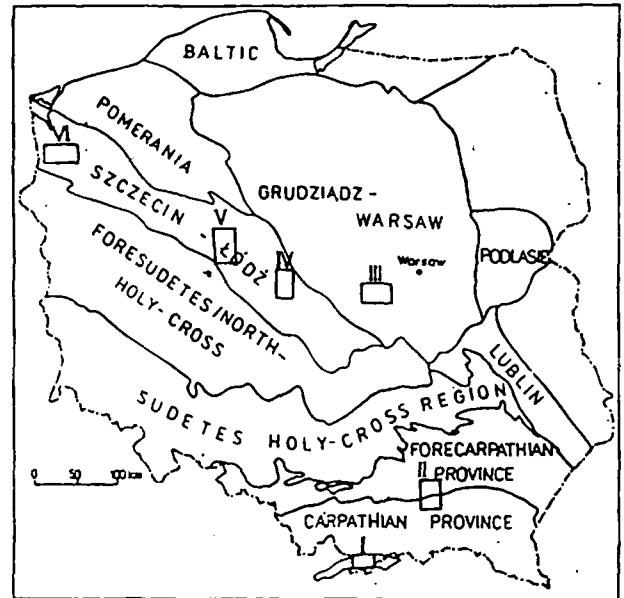


Fig. 1. Geothermal units of Poland, areas of study: I—Podhale, II—Tarnów, III—Skieniewice-Zyrardów-Mszczonów, IV—Kolo-Uniejów, V—Gniezno, VI—Stargard-Szczecin

The present reconnaissance of the Polish Lowland points that the most favourable conditions for geothermal water exploration are in the Lower Cretaceous and Lower Jurassic (Liassic) basins. The highest energy resources of 20,995 Mt of S.F. have been estimated for Liassic Basin. The water-bearing sandstones have good reservoir properties. They can be ten to hundred metres thick. The reservoir temperature is expected to be up to 120°C (Fig. 2).

The Fore-Carpathian Province of the area of 16,000 km² consists of the Miocene, Cretaceous, Jurassic and Triassic basins. The reservoir rocks are sandstones and limestones. The waters of the temperature between 25°C and 90°C are low and fairly mineralized in Cretaceous and Jurassic and highly mineralized in Miocene due to the wide-spreading salt deposits. The total volume of water has been estimated at 362 km³ and the recoverable heat energy resources at 1,555 Mt of S.F.

The Carpathian Province of the area of 13,000 km² is built mainly of flysch formations, Cretaceous and Tertiary in the Outer Carpathian Basin. The Inner Carpathian Basin is built mainly of Mesozoic calcareous and clastic sediments covered discordantly with Palaeogene carbonate and flysch formations. The basin is divided into Liptov and Podhale subbasins. The total volume

Table 1

Characteristics of geothermal regions (6, 7)

Region Name	Area of reservoir km ²	Stratygraphy	Volume of Water km ³	Heat Energy Mt S.F.	Water volume m ³ /km ²	Heat Energy t/km ²
Grudziądz-Warsaw	70,000	Cr, J*	2,766	9,835		
		T	334	2,107		
		Total	3,100	11,942	44,134,400	168,000
Szczecin-Lódź	67,000	Cr, J*	2,580	16,627		
		T	274	2,185		
		Total	2,854	18,810	42,266,600	246,000
Fore-Sudetes Holy Crosss	39,000	P, T	155	995	3,900,000	26,000
Pomerania	12,000	P, C, D, M	21	162	1,600,000	13,000
Lublin	12,000	C, D	30	193	2,500,000	16,000
Baltic	15,000	Cm, P, M	38	241	2,500,000	16,000
Podlasie	7,000	Cm, P, M	17	113	2,500,000	16,000
TOTAL	222,000		6,215	32,458	27,995,500	146,200

Cr—Cretaceous, J*—Jurassic, mainly Liassic, T—Triassic, M—Mesozoic, P—Permian, C—Carboniferous, D—Devonian, Cm—Cambrian

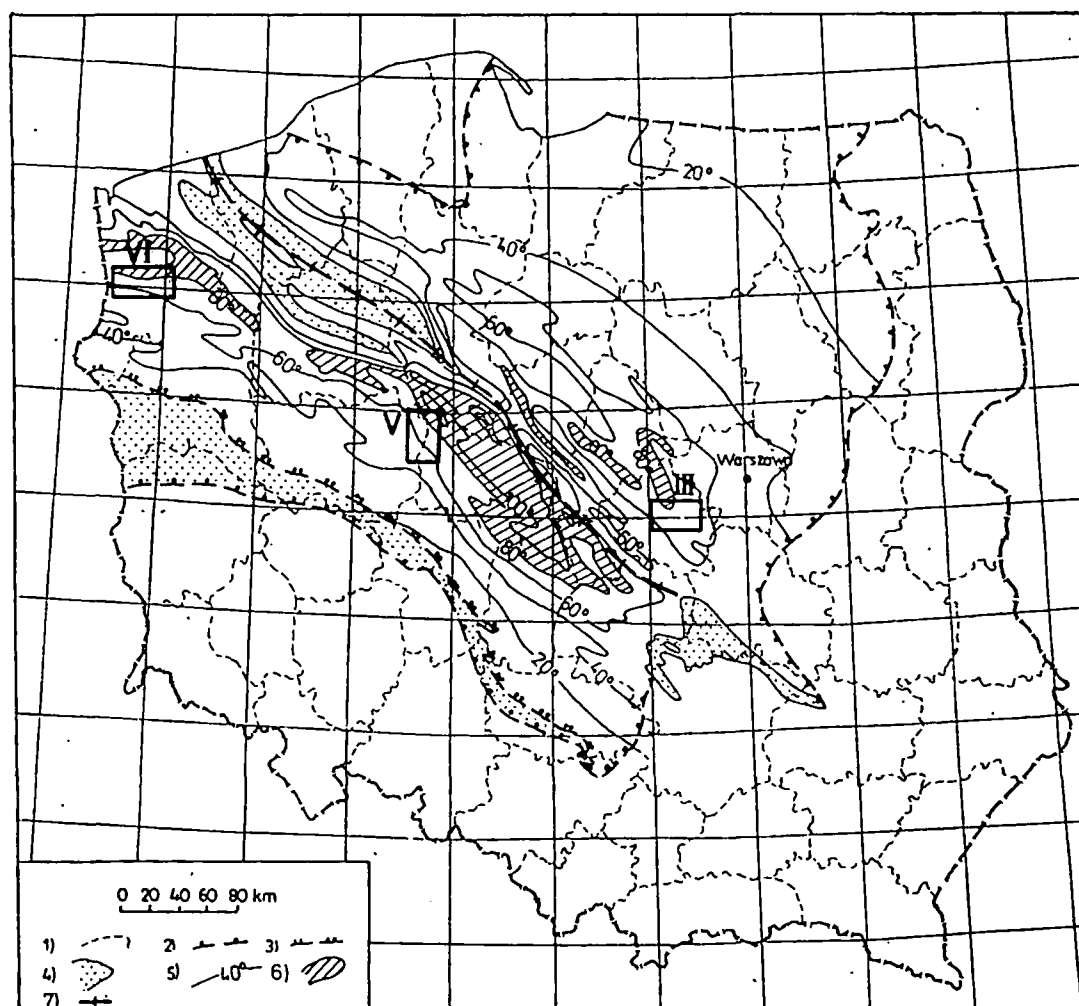


Fig. 2. Map of temperature of the Lower Jurassic base surface (Sokolowski J.)

1—administrative units, boundary of: 2—Lower Jurassic, 3—Middle Jurassic, 4—Lower Jurassic outcrop under Cenozoic, 5—
isotherms, 6—area of $T > 80^{\circ}\text{C}$, 7—structural boundary between Szczecin-Lódź and Grudziądz-Warsaw subbasins

of the geothermal waters in the Carpathian Province has been estimated at 100 km³ and the recoverable heat energy resources at 714 Mt of S.F.

Table 2

Podhale well test data and basic energy calculations
(10)

Podhale	Bańska IG-1	Biały Dunajec PAN-1
Stratigraphy:	Eocene	Eocene Triassic
Lithology	Limestone	Limestone
Formation depth:		
top, m	2565	2117
bottom, m	2683	2394
thickness, m	118	277
Discharge of water, m ³ /h	60	200
Wellhead pressure-artesian, ¹⁾ bar	25	25
Wellhead temperature, ²⁾ °C	72	86
Wasted water temperature, °C	20	20
Total salinity, kg/m ³	3.03	2.09
Load, days	300	300
Load factor	0.82	0.82
Thermal power, MW	3.63	15.35
Energy balance, ton of oil/year		
Geothermal energy	2250	9500
Oil energy, RF ³⁾ = 0.7	3200	13500
Fuel nominal equivalent:		
Standard fuel, ton/day	10.7	45.3
Hard coal, ton/day	13.4	56.6
Oil, ton/day	7.5	31.7
High methane gas, 10 ³ m ³ /day	8.7	36.6
Fuel consumption equivalent:		
Hard coal, RF = 0.3, ton/day	45	188
Oil, RF = 0.7, ton/day	11	45
High methane gas, RF = 0.7, 10 ³ m ³ /day	12	52

¹⁾—At present the wellhead pressure is 27 and 24 bar

²⁾—The wellhead temperature taken for calculations resulted from discharge of water during tests

³⁾—Recovery factor

The geothermal waters of the industrial importance occur in the Podhale Subbasin (the foremost geothermal area), Szczecin-Lódź and Warsaw-Grudziądz subbasins.

THE GENERAL INFORMATION ON THE GEOHERMAL DEVELOPMENT AREAS IN POLAND

The Podhale area

The Podhale geothermal subbasin is located in the southern part of Poland, north of the Tatra Mountains (Fig. 1). The total area of the subbasin covers 1000 km²,

but only the central part, some 475 km², belongs to Poland. This region is very important for tourism and recreation.

The subbasin is an asymmetric unit. It is closed tight towards the north by the Pieniny Klippen Belt and open southwards. Thus, the water loss from the reservoir may be made up with recharge from the surface in the Tatra Mts. The aquifer has been located in the Middle Eocene nummulitic limestones and Mesozoic deposits. Due to the structure of the basin, the outflow of water is controlled by artesian pressure (7, 10).

The greatest step in geothermal development was taken when the Bańska IG-1 well was completed in 1981. In this well the artesian aquifer was recognized at a depth of 2565–2683 m in the Middle Eocene limestones. During the following 10 years, five exploration wells were drilled within the area. The temperature of the water reached 86–89°C at the wellhead.

Since 1990 two wells, Bańska IG-1 (production one) and Biały Dunajec PAN-1 (injection one) have been directly connected by surface pipelines and operated as the Experimental Geothermal Plant—Biały Dunajec. The average self-flow of the geothermal water has been measured of 25 m³/h. The water has been cooled down in the pipelines due to atmospheric conditions, what has resulted in changes of the flowrate (2). Table II presents the well test results and basic energy calculations. The discharge of 60 m³/h in the Bańska IG-1 well was limited by the pipe diameter (2"). The higher production up to 200 m³/h is feasible. Currently the doublet supplies heat to the plant building, greenhouse and dryer. In the nearest future it will be connected to village district heating in Szafary and Biały Dunajec.

The Skierniewice-Żyrardów-Mszczonów area

The area is located in southern part of Grudziądz-Warsaw Subbasin (Fig. 1 and 2). In the case of Skierniewice the development site has been selected with a view to utilize the first stage of the development for heating the greenhouse complex (3 ha). On the basis of the existing borehole data concerning the thickness of reservoir, discharge of the water, temperature (Fig. 3 and 4) and local demand recognition it has been proved that this area is perspective for the low temperature utilization.

The first geothermal well have been drilled in Skierniewice close to the greenhouse complex. Table III shows the well test data and energy calculation (9). The average discharge of 68 m³/h was obtained by air-lift pumping. The calculations showed that it is feasible to increase production to 120 m³/h. The well test was performed by CFG/GEOHERMA from France. The further development depends on the ministry authority approval. In case of Żyrardów and Mszczonów it has been planned to utilize geothermal energy for district heating.

The Szczecin-Stargard Szczeciński area

The area is located in the north-western part of the Szczecin-Lódź Subbasin (Fig. 1 and 2). The most favourable temperature and reservoir properties have been proved in the depth interval 1800–2600 m. The thickness the Lower Liassic sandstone aquifer with the average porosity of 20% and permeability up to 5 Dcy reaches 300 m (3, 6). Temperature ranges from 76°C to 100°C (Fig. 5). Total salinity changes from 80 to 125

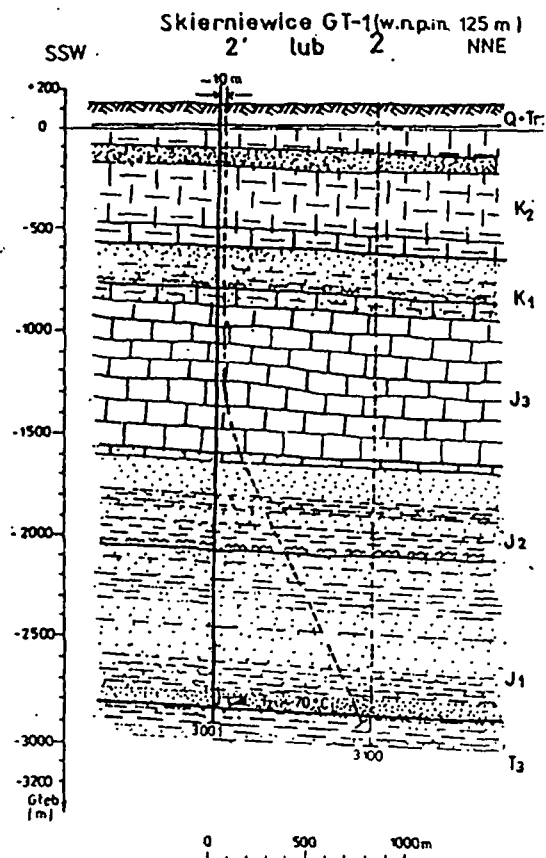


Fig. 3. Geological cross-section of Skierniewice doublet (9)

kg/m³ at this depth interval. Within the interstructural though of Stargard two sites have been pointed for the geothermal projects: the town of Stargard and the greenhouse complex (24 ha) in Szczecin. In Stargard there is a plugged exploration well which may serve as one of the doublet wells supplying heat for district heating system (8). In Szczecin two wells are being designed for supplying greenhouses with heat.

South of Stargard in the town of Pyrzyce the new district heating system based on natural gas and geothermal energy has been designed by Danish HOUE & OLSEN Co. At present one of the geothermal wells is being completed.

On the basis of the well log data obtained in Marianowo and Stargard boreholes the potential heat energy per 1 km² of the range 5.6 to 9.2 PJ has been estimated assuming the temperature of wasted water of 30°C. Potential thermal power of 6.3 to 9.2 MW and peak load power of 10 to 12 MW (load factor 0.5) per 1 km² have been estimated assuming 30 years' production period (8).

The Koło-Uniejów area

The geothermal waters of the Lower Cretaceous sandstones of temperature higher than 60°C occur in the central part of the Szczecin-Lódź Subbasin (Fig. 1). Artesian outflow of water was observed in some hitherto completed wells in the Koło-Uniejów area (3). Discharge of water ranged from 7 to 80 m³/h and temperature from

Basic data and energy calculations of Skierniewice GT-1 (9)

		Skierniewice GT-1	
Stratigraphy	Liassic		
Lithology	Sandstone		
Formation depth:			
top, m	2875		
bottom, m	2941		
thickness, m	66		
Discharge of water, m ³ /h	70	120	
Dynamic water level, m b.g.l.	221	358	
Wellhead temperature, °C	62	67	
Wasted water temperature, °C	20		
Total salinity, kg/m ³	117		
Load, days	250		
Load factor	0.68		
Thermal power, MW*	3.4	6.6	
Power demand for			
electric equipment, MW	0.1	0.2	
Energy balance, ton of oil/year			
Geothermal energy	1763	3383	
Electric energy consumption	-51	-110	
Total	1712	3273	
Oil energy, RF = 0.7	2518	4832	
Energy for electricity, RF = 0.38	-134	-289	
Total	2384	4543	
Fuel nominal equivalent:			
Standard fuel, ton/day	10	19	
Hard coal, ton/day	13	24	
Oil, ton/day	7	13	
High-methane gas, 10 ³ m ³ /day	8.2	16	

50 to 70°C. On the basis of the existing data the prefeasibility studies of the geothermal energy utilization for district heating in the towns of Koło (5) and Uniejów have been worked out.

Besides of the above-mentioned areas the other sites have been selected with a view to utilize geothermal energy for district heating—the towns of Gniezno (4) and Tarnów (Fig. 1). In Tarnów there are possibilities of reconstruction of the plugged non-productive wells and watered gas wells (11). In the east part of the Carpathians, in the vicinity of the town of Krosno, the self-outflow of water was observed during drilling the gas exploration well. Discharge was close to 200 m³/h and water temperature 80–90°C.

Due to the recognized resources of the geothermal energy Mineral and Energy Economy Research Centre of the Polish Academy of Sciences took up research and design studies as well as exploration works. They resulted in construction of the first in Poland, Experimental Geothermal Plant in Biały Dunajec.

The Centre was visited by specialists from more experienced countries in this field (France, Italy, Iceland, New Zealand, USA and Denmark). They approved the

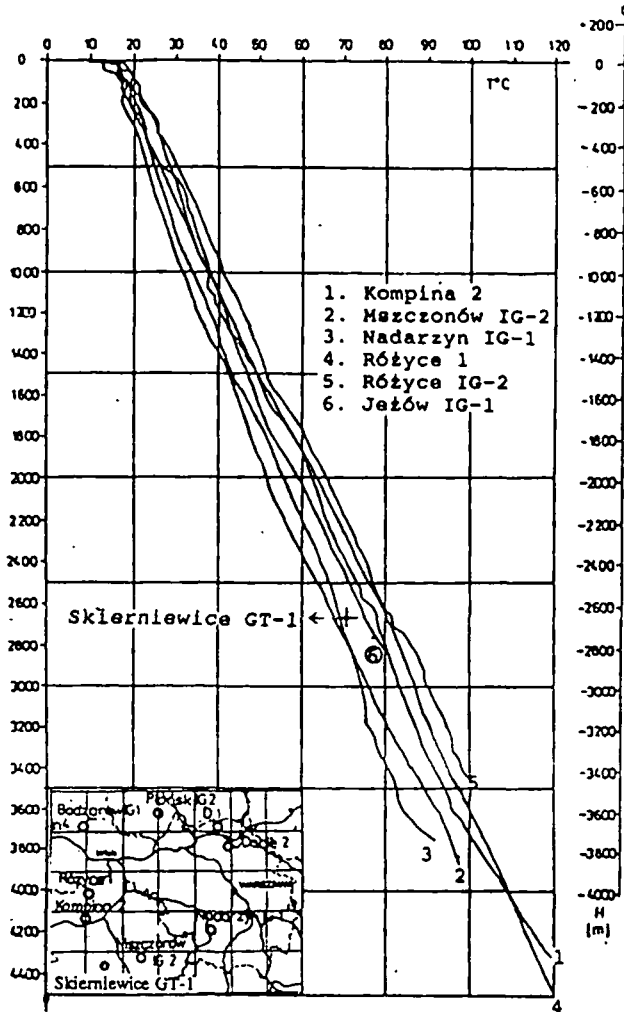


Fig. 4. Temperature logs in the boreholes close to Skierniewice (9)

possibility of the geothermal development in Poland. In the nearest future the Centre will work out geoengetic development programme for Poland. Designing and construction works for Podhale will be also continued in order to replace progressively coal combustion for heating purposes.

REFERENCES

1. Barbacki A., Gładysz M. — The Interpretation of the Geophysical Data for the Geothermal Development in Szczecin - Łódź Subbasin, Kraków, CPPGSMiE PAN Report WPR/89 1989 (in Polish).
2. Bujakowski W., Długosz P. — The Annual Report on Experimental Geothermal Plant Biały Dunajec, Kraków, CPPGSMiE PAN 1991 (in Polish).
3. Górecki W. — A project of the Utilization of the Lower Cretaceous Waters in the Mogilno-Łódź Synclinorium with the Special Regard to the Uniejów Region, Conference on Possibilities of the Geothermal Waters Utilization, Ślesin 1990 (in Polish).
4. Krokoszyńska M., Pilecka E., Sokołowska J. — Geological Conditions of the Geothermal

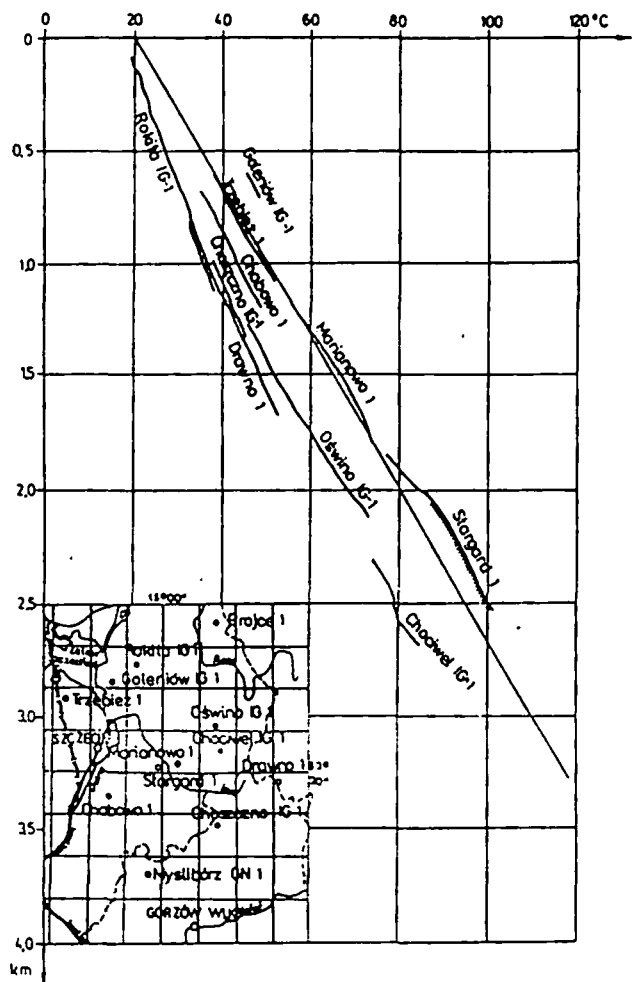


Fig. 5. Temperature logs of water-bearing formations in Stargard area (8)

Water Occurrence in the Gniezno Region, TPGGiG, Nr 1-2/1991 (in Polish).

5. Mrozek K., Sokołowski J. — Possibilities of the Use of Geothermal Waters in the Kolo Region, TPGGiG, Nr 1-2/1991 (in Polish).
6. Ney R., Sokołowski J. — Geothermal Waters of Poland and Possibility of their Utilization, Nauka Polska, Nr 6/1987 (in Polish).
7. Sokołowski J. — Occurrence of Geothermal Waters in Poland and Their Utilization Program in Podhale Region, Technika Poszukiwań Geologicznych, Geosynoptyka i Geotermia (TPGGiG), Nr 1-2/1988 (in English)
8. Sokołowska J., Sokołowski J. — Possibilities of Utilization of Geothermal Energy for the Town of Stargard Szczeciński, TPGGiG, Nr 6/1990 (in Polish).
9. Sokołowska J., Sokołowski J. — Geological Report on the Energy Resources of the Liassic formation on the Basis of the Skierniewice GT-1 Borehole Data, Kraków, CPPGSMiE PAN 1991 (in Polish).
10. Sokołowska J., Sokołowski J. — Major Details on Geothermal Investigation Results in Podhale, TPGGiG, Nr 1-2/1991 (in Polish).
11. Sokołowska J. — Possibilities of the Use of Geothermal Water in Tarnów, TPGGiG, Nr 1-2/1991 (in Polish).

SYMPOZJUM GEOTERMALNE W ERDING

GEOTHERMAL ENERGY SYMPOSIUM 1992 — TECHNOLOGY, ECOLOGY, ECONOMICS

ERDING 12-15 X 1992

W dniach od 12 do 15 października w Erding, małym, pięknym miasteczku bawarskim, usytuowanym około 30 km na NE od Monachium i około 10 km na ES od nowego monachijskiego portu lotniczego, odbyło się sympozjum nt. „ENERGIA GEOTERMALNA — Technologia, Ekologia, Ekonomia”, zorganizowane przez: FORUM FÜR ZUKUNFTSENERGIEN E.V. i GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V., a sponsorowane przez *The Commission of the European Communities* i *The German Federal Minister of Research and Technology (Bundesministers für Forschung und Technologie)*.

W sympozjum udział wzięło 180 specjalistów, w tym: 159 z Niemiec, 7 z Polski, 4 z Francji, 3 ze Słowacji, 2 z Włoch, 2 ze Szwajcarii, 2 z Holandii i 1 z Czech. Wśród uczestników było 7 profesorów i 43 doktorów różnych specjalności nauk o Ziemi i nauk technicznych.

Ze strony polskiej w obradach sympozjum uczestniczyli:

- dr inż. Wiesław Bujakowski z CPPGSMiE PAN, Kraków, ul. J. Wybickiego 7,
- dr inż. Ryszard Chylarecki z Zakładu Poszukiwań Nafty i Gazu, Piła, pl. Staszica 9,
- mgr inż. Piotr Długosz z CPPGSMiE PAN, Kraków, ul. J. Wybickiego 7,
- mgr inż. Maria Gładysz z CPPGSMiE, Kraków, ul. J. Wybickiego 7,
- mgr inż. Czesław Sarna z Państwowego Przedsiębiorstwa Ogrodniczego, Szczecin, ul. Autostrada Poznańska 1,
- inż. Józefa Sokółowska z CPPGSMiE PAN, Kraków, ul. J. Wybickiego 7,
- prof. Julian Sokółowski z CPPGSMiE PAN, Kraków, ul. J. Wybickiego 7.

Obrady sympozjum odbywały się w Stadthalle (Miejskiej Auli Receptyjno-Konferencyjnej).

Otwarcia sympozjum dokonali: dr Rüdiger Schulz — przewodniczący Asocjacji Geotermalnej Niemiec, prof. dr inż. Carl-Jochen Winter — przewodniczący Forum Przyszłościowych Energii w Bonn, Karl Heinz Bauernfeind — burmistrz miasta Erding, Alfons Zeller — Sekretarz Stanu w Bawarskim Ministerstwie Gospodarki i Transportu oraz dr Gert Haurestein z Federalnego Ministerstwa Badań i Technologii w Bonn, który wygłosił obszerny referat na temat stanu badań i możliwości wykorzystania nowych źródeł energii w Niemczech.

Tematyka sympozjum podzielona była na następujące grupy:

1. Energia geotermalna w Europie.
2. Rola energii geotermalnej w gospodarce energetycznej.
3. Energia geotermalna i perspektywy zaopatrzenia w energię Europy.
4. Energia geotermalna w Niemczech.



Fot. 1. Referat wygłasza przedstawicielka Polski, mgr inż. Maria Gładysz

W pierwszej grupie tematycznej, której przewodniczyli Johann Fenzl i dr Oskar Kappelmeyer, wygłoszono 11 referatów o następujących tytułach:

1. Energia geotermalna w programie „THERMIE” Europejskiej Wspólnoty Gospodarczej.
2. Aktualny stan i perspektywy wykorzystania energii geotermalnej w Europie — dr Roberto Carella, AGIP-VGI, Mediolan, Włochy.
3. Ekonomia instalacji geotermalnych — prof. dr Robert Harrison, Uniwersytet Sunderland, Wielka Brytania.
4. Ekonomiczne aspekty energii geotermalnej we Francji — Dyr. Michel Andres, SEMHACH, Chevilly-Larue, Francja.
5. Vicenza, jeden z przykładów wykorzystania energii geotermalnej we Włoszech — inż. Paolo Leoni, AJM, Vicenza, Włochy.
6. Integracja energii geotermalnej w strukturze energetyki miejskiej na przykładzie miasta Straubing — dypl. inż. Werner Jähn, Stadtwerke Straubing.



Fot. 2. Dyskusja panelowa. Za stołem od lewej ku prawej: dr inż. Herbert Schneider, prof. dr Robert Harrison, dr Oscar Kappelmeyer, prof. dr Carl J. Winter, dr Hauerstein, inż. Paolo Leoni, dr inż. Manfred Klöpsch, dr inż. Detlef Schneider

7. Geotermalne instalacje w Austrii — dr Johann Goldbrunner, Institut für Geothermie und Hydrogeologie, Graz, Austria.
8. Geotermalne wiercenia w doggerze basenu paryskiego — G. Longin, ADEME, Paryż, Francja.
9. Problemy z wykorzystaniem energii geotermalnej w Republice Słowackiej — prof. Ondrej Franko, Geologický Ústav Dionýza Štúra, Bratysława, Słowacja.
10. Projekty geotermalne w Polsce — mgr inż. Maria Gładysz (współautorzy: inż. J. Sokołowska i prof. J. Sokołowski).
11. Eksploatacja zakładów geotermalnych o niskiej entalpii — dr Olivier Goyeneche, C.F.G., Orleans, Francja (wygłaszał Lenire).

W drugiej grupie tematycznej, której przewodniczył prof. dr Robert Harrison wygłoszono 5 referatów o następujących tytułach:

1. Metodyka minimalizacji potrzeb — Pilotująca funkcja energii odnawialnej — dr inż. Othmar Heise, MBB GmbH (GHEI), Monachium.
2. Wykorzystanie potencjału geotermalnego w Niemczech — dr Rüdiger Schulz, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung / Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben, Hannover.
3. Technologia wykorzystania energii suchych skal: Stan obecny i znaczenie ekonomiczne — dr Oskar Kappelmeyer, Geothermik-Consult Kappelmeyer GmbH (GTC), Passau.
4. Udział energii geotermalnej w redukcji emisji CO₂ — dr inż. Detlef Schneider, Institut für Energieversorgung, Drezno.
5. Ekonomiczne aspekty rekonstrukcji długodystansowej zmiany dostawy ciepła geotermalnego w Neubrandenburgu — dr inż. Manfred Klöpsch.

Podsumowaniem obu sesji referatowych była półtgodzinna dyskusja panelowa, w której uczestniczyli: dr inż. Herbert Schneider z Geothermie Neubrandenburg GmbH, prof. dr Robert Harrison z University of Sunderland (Wielka Brytania), dr Oskar Kappelmeyer z Geothermik-Consult Kappelmeyer GmbH w Passau, prof. dr inż. Carl-Jochen Winter (kierujący dyskusją) z Future Energies Forum w Bonn, dr Gerd Hauerstein z Bundesministerium für Forschung und Technologie w Bonn, inż. Paolo Leoni z AJM, Vicenza, dr inż. Manfred Klöpsch z Ingenieur-Gesellschaft für Energietechnik und Fernwärme w Leimen, dr inż. Detlef Schneider z Institut für Energieversorgung w Dreznie.

Wymieni wyżej specjaliści zasiadający przy stole prezydyjnym (fot. 2) wypowiadali swoje poglądy na stawiane im kwestie, przez przewodniczącego, jak też na liczne pytania i opinie innych uczestników seminarium. Najwięcej pytań skierowano do reprezentanta Federalnego Ministerstwa Badań i Technologii dr Gerda Hauersteina. Pytania te dotyczyły głównie przyszłości geotermii w Niemczech, zasady podziału środków przeznaczonych na badania związane z nowymi źródłami energii, jak też możliwości realizacji opracowanych projektów budowy zakładów geotermalnych. Dyskutanci wskazywali na niedostateczne zainteresowanie władz federalnych i lokalnych sprawami wykorzystania energii geotermalnej, mimo udowodnionej jej konkurencyjności w odniesieniu do innych źródeł energii, jak też na potrzebę zorganizowania specjalnego przemysłu geotermalnego w Europie, zdolnego do realizacji wielu inwestycji geotermalnych, które nie mogą być podejmowane tylko przez władze lokalne. Zasadność powołania przemysłowego centrum europejskiego d/s rozwoju geoenergetyki uzasadnił dr Roberto Carella pracujący na stanowisku konsultanta w EWG.

W dniach 14 i 15 X 1992 r. prezentowane były referaty dotyczące energii geotermalnej w Niemczech. Referaty te wygłoszone zostały w grupach tematycznych:

1. Energia hydrogeotermalna, pod przewodnictwem dr Johanna Goldbrunnera.
2. Wiercenia geotermalne, pod przewodnictwem dr Petera Seibta.
3. Gorące i zimne systemy magazynowania, pod przewodnictwem dr Petera Seibta.
4. Technologia uzyskiwania energii z gorących suchych skał, której przewodniczyli prof. dr Fritz Rummel, dr Roy Baria i dypl. geol. Helmut Tenzer.
5. Geotermalne projekty w Południowych Niemczech, pod przewodnictwem dr Rüdiger Schulza.

W pierwszej grupie wygłoszono 6 referatów o następujących tytułach:

1. Geologiczne podstawy wykorzystania energii geotermalnej w północno-wschodnich Niemczech — dr Jutta Wormbs z Gesellschaft für Umwelt-und Wirtschaftsgeologie mbH w Berlinie.
2. Działalność badawcza w Północno-Wschodnich Niemczech — dr inż. Herbert Schneider, Geothermie Neubrandenburg.
3. Projekt geotermalny Neustadt-Glewe — Ingo Bachmann, Geothermie Neubrandenburg.
4. Geomikrobiologiczne badania głębokich zbiorników wód geotermalnych w północno-wschodnich Niemczech — prof. dr Manfred Köhler, Ernst-Moritz-Arndt Universität, Greifswald.
5. Regionalne studia geotermalnych rezerw i zasobów w północno-zachodnich Niemczech — dr Heinz Gerd Rohling, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover.
6. Pomiar temperatur w otworach wiertniczych przy użyciu świetlnych mierników optycznych — prof. Eckart Hurlig, Geoforschungszentrum Potsdam.

W drugiej grupie wygłoszono 3 referaty o następujących tytułach:

1. Wgłębne pompy ciepłe — Sposoby i środki wykorzystania przypowierzchniowych zasobów geotermalnych — dypl. inż. Burkhard Sanner, Justus Liebig Universität, Giessen.
2. Wpływ klimatu i lokalizacji na działanie geotermalnych pomp ciepłych — dr Walter J. Eugster, Polydynamics Ltd., Zurich, Szwajcaria.
3. Głębokie wiercenia geotermalne — dr Robert J. Hopkirk, Polydynamics Ltd., Zurich, Szwajcaria.

W trzeciej grupie wygłoszono 2 referaty o następujących tytułach:

1. Podziemne zimne magazyny — dwa przykłady niemieckie — dypl. inż. Burkhard Sanner, Justus Liebig Universität, Giessen.
2. Doświadczenie z systemem długoterminowego magazynu wyposażonego w pionowy wymiennik ciepła — dypl. inż. Manfred Reuss, Landtechnik Weißenstephan, Freising.

W czwartej grupie wygłoszono 12 referatów o następujących tytułach:

1. Europejski projekt wykorzystania energii gorących suchych skał (Hot-Dry-Rock Project) — dr Roy Baria, Socomine, Soultz, Francja.
2. Tworzenie przepuszczalnych szczelinowych stref dla uzysku energii z gorących suchych skał — dr Reinhard Jung, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.

3. Hot-Dry-Rock Energy Project: Przemysłowe aspekty praktycznego (handlowego) wykorzystania — dypl. inż. Dieter Blanck, Siemens AG, Erlangen.
4. Hot-Dry-Rock — w świetle ochrony środowiska — dr inż. S. Niedermeyer, Ingenieur-Geologisches Institut, Westheim.
5. Określenie systemu zeszcelinowania, pola naprężeń i parametrów hydraulicznych gnejsów w wierceniu Urach 3 — dypl. geol. Helmut Tenzer, Stadtwerke Bad Urach.
6. Wstępne studium wykorzystania energii gorących suchych skał w Bad Urach — dypl. geofizyk B. Heinemann, Geothermik Consult Kappelmeyer GmbH, Passau.
7. Pomiar naprężeń hydroszczelinowania w wierceniach Urach 3 i Soultz EPS-1 — dypl. geofizyk Gerd Klee, MeSy GmbH, Bochum.
8. Udoskonalenie geofizycznych poszukiwań zbiorników geotermalnych w wierceniach pomiarami sejsmicznymi i elektromagnetycznymi — dr Christoph Gelbke, Deutsche Montan Technologie, Institut für Angewandte Geophysik, Bochum.
9. Zastosowanie wielowariantowych metod statystycznych pomiarów otworowych w badawczym wierceniu geotermalnym GPK-1 — dypl. geol. Battina Walbaum, RWTH Aachen.
10. Komputerowa symulacja systemów gorących suchych skał — dr Olaf Kolditz, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover.
11. Reakcja zaciskania (coupled) jako rezultat usunięcia ciepła z gorących suchych skał — dr Thomas Kohl, Polydynamics Ltd., Zurich, Szwajcaria.
12. Prosty program do symulacji szczelinowania hydraulicznego skał — dr Joshiterra Sato, MeSy GmbH, Bochum.

W grupie tematycznej pt. Geotermalne projekty w Południowych Niemczech, wygłoszono 5 referatów o następujących tytułach:

1. Hydrogeologia wodonośców malmskich w zachodniej części molasowego basenu Południowych Niemiec — dr Eckhard Villinger, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg.
2. Potencjał geotermalny malmskich wodonośców krasowych w Bawarii — dr Hans Frisch, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Monachium.
3. Stan projektów geotermalnych w Bawarii — dypl. inż. Hans Ruhlmann, WATEC GmbH, Markt Schwaben.
4. Aspekty związane z administracją "Zweckverband für Geowärme Erding" — Alois Gabauer, Zweckverband für Geowärme Erding.
5. Geotermalny projekt Erding — Wilfried Bensiek, Stadtwerke Erding.

Po zakończeniu sesji referatowej w dniu 15 X 1992 r. w godzinach od 13³⁰ do 18⁰⁰ odbyła się wycieczka:

- do zakładu geotermalnego w Erding, gdzie pokazano wstępne wykorzystanie wód geotermalnych do celów rekreacyjnych i plany budowy przyszłego ośrodka rekreacyjnego,
- do Monachium, gdzie pokazano nowoczesny port lotniczy z podgrzewanymi energią geotermalną pasami startowymi.

Julian Sokolowski

THE FIRST GEOTHERMAL PLANT IN POLAND

INTRODUCTION

The construction of the first in Poland, Experimental Geothermal Plant "Bańska—Biały Dunajec" was completed in October 1992 (Photo no. 1). This installation is located about 10 km north of the city of Zakopane and 90 km south of the city of Cracow. (Fig. 1) The building up of plant started in 1989 as an implementation of geological, geophysical and drilling investigation of Podhale Basin (S-Poland) as well as technical projects, carried out by Mineral and Energy Research Centre of Polish Academy of Sciences (1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13). Mentioned scientific researches allowed to preliminary estimate the geothermal resources and amount of available heat. Results of investigation indicated that, the amount of heat in disposal is enough to cover the heat demand of Zakopane, Nowy Targ and other villages and small towns, located within Podhale Region with area of 475 km² (9). The analysis of conditions of geothermal water occurrence within whole country show that more than 200 000 km² of polish land lie over the geothermal basins with good conditions for its utilization. (5, 12).



Photo Juliusz K. Sokolowski
Photo. 1. General view of Experimental Geothermal Plant, east side



Fig. 1. Location of the Podhale Basin

Among a numerous possible locations of the pilot geothermal plant the Podhale Region was selected due to following main reasons:

1. Geothermal water that occurs in Middle Eocene limestones and Triassic dolomites of Podhale Basin, is of 86°C, of low mineralization in range 0.5 g/l to 3 g/l.
2. The average yield of single well is about 10 m³/h/bar, what taking into account the static well head pressure 26 bars, gives a production up to 260 m³/h without the pump usage and up to 500 m³/h when the deep-well pump is installed (17, 18, 19).
3. Podhale Region has the longest heating season in Poland, which lasts about 300 days per year, and displays considerable variation of outdoor temperature from -30°C in winter to +30°C in summer.

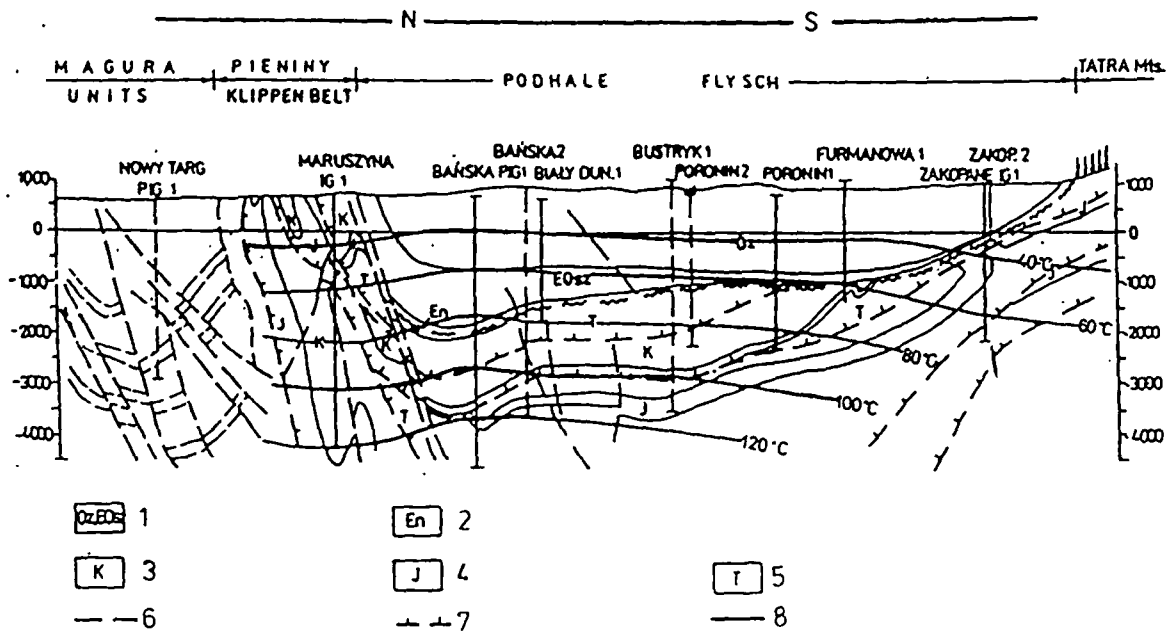


Fig. 2. Geological cross section of the Podhale

Basin 1—Tertiary (flysch), 2—Tertiary (nummulitic limestones), 3—Cretaceous, 4—Jurassic, 5—Triassic, 6—faults, 7—overthrusts, 8—temperature

4. Within Podhale Region and Zakopane the most famous and popular ski resorts as well recreation areas are located. Annually about 3 mln of tourists visit this region (the population of Zakopane Town is 35,000 of permanent inhabitants).
5. Presently, for last 50 years, Zakopane, Nowy Targ and other small towns and villages within Podhale Region are heated by individual stoves or central heating and in very limited scale local heat generating plants. All of them are fired by hard coal or coke. Such structure of heat generation caused the tremendous air and water pollution, and is danger for people and several National Parks: Tatrzanski, Pieniński, Gorczański and Babiogórski. The pollution of atmosphere during the heating season four times exceeds obligatory standards.

GEOLOGICAL CONDITIONS OF GEOTHERMAL WATER OCCURRENCE IN PODHALE REGION

Between the Tatra Mountains in the south and the Pieniny Klippen Belt in the north there is an asymmetric tectonic basin (Fig. 2) filled in with Podhale flysch formations (Fig. 3). Like the Pieniny Klippen Belt, convex to the north extends from Dolny Kubin in the west through Witów—Biały Dunajec—Bialka—Spiska Stara Wieś to Kamienska in the east (territory of Poland and Czechoslovakia) (8). The basin width in its western part is about 7 km, in the middle part—Biały Dunajec river cross section—about 15 km, and in the eastern part about 18 km. Podhale flysch formations that fill the basin (Fig. 2) are formed mainly by shales and clays interbedded with siltstones and sandstones. The Podhale flysch formations of maximum observed thickness of 2560 m (primary thickness was much bigger) due to prevailing amount of clay layers constitute of an impermeable cover for aquifers occurring in the Middle Eocene

limestone formation and for underlying dolomite and limestone formation of the High Tatric and Sub-Tatric Mesozoic units.

The Middle Eocene nummulitic limestone thickness confirmed by drillings is as follows: Bańska IG-1—95 m; Zakopane 2—135 m; Zakopane IG-1—118 m; Siwa Woda IG-1—135 m; Biały Dunajec PAN-1—12 m. The thickness of the Sub-Tatric Middle Triassic dolomites and limestones underlying the Middle Eocene nummulitic limestones is as follows: Bańska IG-1—635 m, Zakopane IG-1 about 180 m (3, 4). Below the Triassic formations of the Sub-Tatric unit following beds have been found:

In the borehole Bańska IG-1 green-grey marly conglomerates; anhydrides (ca 5 m); marls and limestones with Turonian and Cenomanian microfauna in the upper part and with the Lower Cretaceous and Jurassic fossils in the lower part the latter was accounted to the so called Bańska unit of transitional features between the Pieniny and the Sub-Tatric unit (Fig. 2, 3).

In the well Poronin PAN-1, below the flysch formations, Middle Triassic limestones and dolomitic limestones of High Tatra and Sub-Tatric Mesozoic units occur. Main geothermal aquifer is of thickness 87 m and was tested at depth 1768 m to 1855 m giving surface outflow 12 m³/h (without any stimulations, like acidification).

In the limestone-dolomite formations of the Middle triassic in the borehole Bańska IG-1 two aquifers were tested and from both a geothermal water inflow was derived. From the lower layer of the temperature of about 90°C the inflow was 1.5 m³/h, from the upper layer of the temperature 85°C—10.2 m³/h. These inflows were obtained after the 6 5/8" pipe perforation and reservoir tester setting (6, 7). In the borehole Zakopane IG-1 two aquifers in the Lower Jurassic of the Lower Sub-Tatric unit and in the Middle Eocene nummulitic limestones horizon have been tested. In the Lower Jurassic lower layer spontaneous flow of geothermal water of temperature ca 35 °C on offtake and capacity 50 m³/h has

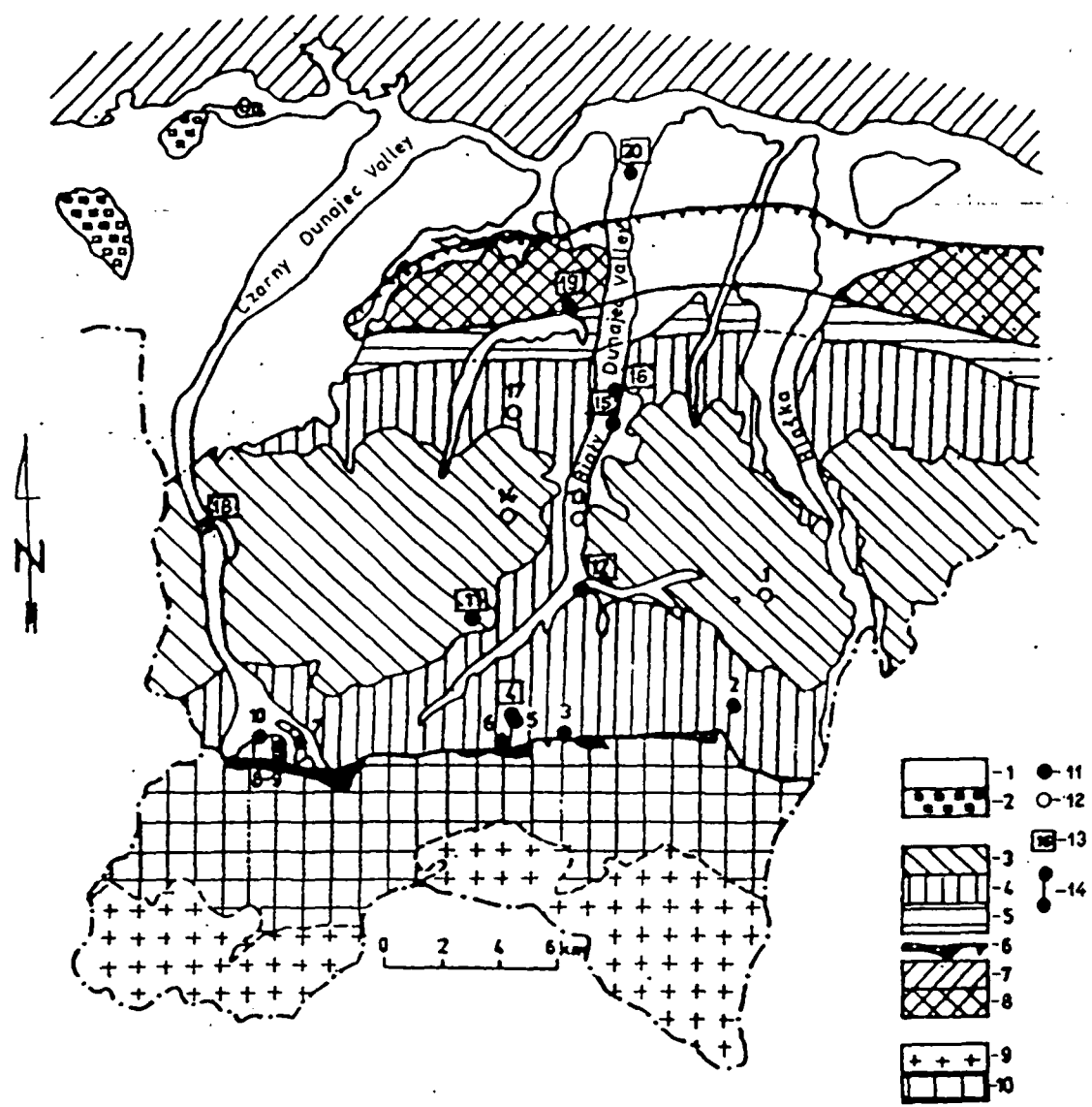


Fig. 3. Geological map of Podhale
 1—Alluvia, 2—High peat land; Podhale Basin (Palaeogene): 3—Chochołów Beds, 4—Zakopane Beds, 5—Szaffary Beds, 6—Nummulitic Beds, 7—Outer Carpathians (Tertiary, Cretaceous), 8—Pieniny Klippen Belt (Jurassic, Cretaceous), Tatra Mts.: 9—crystalline series (Palaeozoic), 10—sediment series (Triassic, Jurassic, Cretaceous), 11—completed well, 12—planned well, 13—deep well, 14—geothermal doublet

been obtained: on higher layer—spontaneous flow of capacity 15.8 m³/h in the Middle Triassic formations of the Upper Sub-Tatric unit, situated below the Middle Eocene limestones have not been tested.

During the drilling of the well Zakopane 1 a spontaneous flow of geothermal water of the capacity 133—273 m³/h has occurred from an interval near the boundary between the Middle Eocene limestones and underlying Middle Triassic dolomites. Further drillings has been stopped due to such a considerable water inflow. The borehole Bańska IG-1 has been encased with 6 5/8" pipes up to the surface and equipped with an exploitation well-head with three outflows of the 2" diameter. Long lasting tests of outflow after the installation of the exploitation well-head displayed the capacity of 60 m³/h through an outlet of the 2" diameter up to 100 m³/h through full outlet. The temperature in the reservoir is 86°C, and at the outflow depends on the yield of geothermal water and oscillates between 72°C and 78°C.

From well Biały Dunajec PAN-1, after the acid treatment of limestone and dolomite reservoir at depth 2135 m to 2934 m, surface outflow was obtained in rage 200 m³/h, with dynamic well head pressure 13 bars (18, 19).

CHEMICAL COMPOSITION OF WATERS AND CONDITIONS OF THEIR CIRCULATION

From the analysis of geological development of the Podhale region it can be inferred that a substratum of the Middle Eocene limestone formation had been the subject of erosion and denudation processes for 40 million years i.e. from the middle part of Upper Cretaceous up to the beginning of the Eocene limestone sedimentation. In the Middle and Upper Eocene and in the Oligocene there was a strong subsidence which resulted in marine accumulation of about 100 m limestones and about 3—4 km of flysch sediments. At the pas-

Table 1

Depth of water bearing zones in wells drilled in Podhale region

Name of well	Depth of main feed zone (m)	mg/dm ³														pH
		Na ⁺	K ⁺	Li ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ²⁺	Sr ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ S	Mo	
Zazadnia IG-1	658.0-680.0	3.6	b.d.	b.d.	29.5	9.92	0.07	b.d.	0.17	2.66	90.92	b.d.	45.0	?	191.17	7.5
Jaszczurówka	20.0-192.0	11.6	b.d.	b.d.	43.8	12.8	b.d.	b.d.	b.d.	12.6	125.9	b.d.	63.4	?	281.49	7.1
Zakopane IG-1	1540.0-1620.0	14.7	1.0	b.d.	47.6	20.21	0.5	b.d.	0.4	10.6	199.5	b.d.	56.4	1 2	363.3	7.1
Zakopane 2	1064.0-1113.0	3.1	1.5	b.d.	46.0	22.1	0.5	b.d.	0.35	6.2	202.6	b.d.	37.8	0.5 1.5	300.0	7.2
Skocznia IG-1	556.0-700.0	3.9	b.d.	b.d.	42.46	21.99	0.64	b.d.	0.25	3.52	241.63	b.d.	10.0	b.d.	335.4	b.d.
Hrudy Regiel IG-2	289.0-707.1	1.25	0.3	b.d.	48.10	15.56	0.37	b.d.	b.d.	3.55	203.19	3.55	12.5	b.d.	300.0	7.1
Staników Żleb S-1	95.0-110.0	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	295.0	b.d.
Staników Żleb S-2	j.w.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	295.0	b.d.
Siwa Woda IG-1	617.2-856.0	37.5	3.15	b.d.	32.38	24.5	0.49	1.4	0.9	5.32	221.5	b.d.	75.0	0.5 6.1	417.0	7-8
Bańska IG-1	2565.0-2683.0	550.0	b.d.	0.4	240.4	57.3	0.0	6.0	4.0	634.6	b.d.	b.d.	909.4	b.d.	3010.0	6-8
Bańska IG-1	2858.0-2960.0	550.0	b.d.	0.0	217.4	42.9	30.2	4.7	2.4	535.3	419.3	b.d.	919.3	b.d.	2909.6	b.d.
B. Dunajec PAN-1	2135.0-2394.0	b.d.	b.d.	b.d.	218.4	57.1	6.29	b.d.	b.d.	553.2	b.d.	b.d.	911.5	b.d.	2910.0	7.0
Poronin PAN-1	1768.0-1855.0	b.d.	b.d.	b.d.	200.4	48.6	b.d.	b.d.	b.d.	425.5	94.6	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	7.5

b.d. absence of data

sage from Oligocene to Miocene there began the block uplift and emergence of the Tatra Mountains and of the Pieniny Klippen Belt as well as the formation of the tectonic basins: Liptów—to the south of the Tatra Mountains and Podhale—to the north of them. As the entire Oligocene—Eocene cover of the Tatra Mountains had been eroded, there appeared in their margin the Middle Eocene nummulitic limestone outcrops and in a further distance the outcrops of various links of the Podhale flysch. At that time a process started, of the surface waters infiltration to the Eocene and Oligocene reservoir horizons and of gradual mixing of these waters with waters existing in these rocks since the sedimentation period.

Waters presently occurring in the aquifer of the Middle Eocene nummulitic limestones are therefore the mixture of the precipitate waters from before ca 50 mln years waters of the Middle Eocene sea and waters infiltrating from the surface of the Tatra Mountains during the last millions years. Due to this infiltration and water mixing a mineralization degree of water in the borehole Zakopane IG-1 is about ten times lower than the same degree in the borehole Bańska IG-1 located about 12 km to the north.

Chemical analyses of water from the well Bańska IG-1 taken up near the end of test exploitation 26-29 VI 1981 have proved that total contents of solid components vary from 2995-3021.9 mg/l and basic components are ions (in mg/l) SO₄²⁻ (909.4-925.9), Cl⁻ (634.6-570.8), Na⁺ (550.0-525.0), Ca²⁺ (240.4-221.2), Mg²⁺ (57.3-51.06), then is small amounts: Li⁺ (0.4), Ba²⁺ (0.11), Sr²⁺ (6.0), Al³⁺ (1.1), F⁻ (4.0), Br⁻ (1.73), H₂SiO₃ (0.75), HBO₃ (40.5), and in minute quantities: Fe²⁺, Mn²⁺, Ag⁺, Zn²⁺, Cu²⁺, Ni²⁺, Cr³⁺, Mo⁴⁺, V⁴⁺, and H₂S (up to 0.09), pH of water is in range of 6.7-7.8. Natural gas has also been found in the amount of about 20 ml/l. It contains 17.9% of combustible components, 43% of nitrogen, 37.7 of CO₂ and 1.25% of inert gases (He, Ar) (Table 1).

The complex of aquifer Middle Eocene limestones has been found (below flysch) in boreholes: Staników Żleb on the ordinate +946 m, Jaszczurówka +846 m, Hrudy Regiel +540 m, Siwa Woda +297 m, Zakopane IG-1 -135 m, Furmanowa 1 -919 m, Biały Dunajec PAN-1 -1428, Bańska IG-1 -1930 m (17).

Difference of levels between the highest point of top of the Middle Eocene limestones in the well Staników Żleb and the lowest point in the borehole Bańska IG-1 is 2876 m. So the complex of the Middle Eocene limestones lying earlier horizontally or nearly horizontally was displaced upwards together with the Tatra Mountains at least at the magnitude indicated above. Podhale basin situated between the Tatra mountains and the Pieniny Klippen Belt is distinctly asymmetrical. Its axis occurs at a distance of only 3 km of the Pieniny Klippen Belt (Fig. 2). Alimentation of the basin with surface waters takes place only in the southern part, along the Tatra Mountains margin through small surface outcrops of nummulitic limestone formations. These limestones cut off to the north by a big regional fault and contact clay-marly Cretaceous formations of the Pieniny Klippen Belt.

Water reservoir of the Podhale region occurring in the Middle Eocene limestones is therefore a reservoir open from one side only and on small areas. So the feeding of this reservoir depends on the area of outcrops surface, the morphology of their surface, permeability of rocks in the subsurface zone and on amount of precipitation in a near Sub-Tatric zone. Temperatures of waters in this asymmetrical reservoir are much differentiated. In the zone adjoining the Tatra Mountains the width of which is about 1-2 km, the temperatures in the reservoir do not exceed +20°C. In the next zone, about 3 km wide, their range is from 20-60°C, and in the main part of the basin they are 60-86°C and probably more. Temperatures of waters occurring in the lowest beds of Mesozoic are relatively higher.

Table 2

	Name of well	
Production well	Bańska IG-1	
Reinjection well		Biały Dunajec PAN-1
Date of completion	1981	1990
Altitude, m.a.s.l.	676	685
Total depth, m	5261	2394
The main feed zone depth and casing	2565-2683 perforation of casing 6 5/8"	2135-2394 open hole, above 9 5/8"
Lithology of aquifer	limestones	limestones and dolomites
Well head pressure (static and dynamic, bars)	27, 19 (for 60 m ³ /h)	24, 13 (for 200 m ³ /h)
Aquifer temperature, °C	86	86
Average yield, m ³ /h/bar	10	10
Distance between wells, m	1100	
Mode of connection	3 pipes 2 7/8"	
Start of installation running (thermosyphon)	October 1990	

TENTATIVE ESTIMATION OF THE ENERGY CONTAINED IN GEOTHERMAL WATERS

On the basis of comparatively scarce data an attempt has been made to evaluate the energy of the Podhale thermal waters. It concerns, the entire area of the Podhale basin, about 50% of which lies on the territory of Poland. The Middle Eocene limestone reservoir, being of complicated shape, can be approximated to the rectangular prism of dimensions 100 000 m · 100 m. Assuming the rock porosity average ratio = 10%, according to measurements it varies from 3% to 17%, the water resources in the reservoir can be evaluated on about 10,000,000,000 m³ (9).

The contents of geothermal energy in water depends on temperature and this one—on depth of a given part of the reservoir.

On the basis of commonly known principles of calorimetry has been estimated, that in the peri-Tatric monoclinical zone of about 3 km width and temperature in the range of 20-60°C the water resources are 3 · 10⁹ m³ and thermal energy resources 6 · 10¹³ kcal, i.e. 25.1 · 10¹³ J. Within the main Podhale basin of 6 km average width and temperatures within the range from 60°C to 80°C, the water resources are 6 · 10⁹ m³ and thermal energy resources contained in this water 3 · 10¹⁴ kcal, i.e. 12.6 · 10¹⁴ J.

The total thermal energy resources accumulated in the water of this reservoir are 3.6 · 10¹⁴ kcal, i.e. 15.1 · 10¹⁴ J. Dividing this value by mean caloric value of 1 kg of oil = 10 000 kcal we obtain equivalent of 36 mln tons of oil or 72 mln tons of coal, the mean thermal value of which is 5 000 kcal/kg. In other words, the energy accumulated in 200m³ of thermal water of temperature 70°C can be recovered being as equivalent of thermal energy obtained due to combustion of one ton of oil or two tons of coal.

Water output per day from the borehole Bańska IG-1 estimated at 1440 m³ with regard to its caloric value would be the equivalent of 7.1 tons of oil or 14.2 tons of coal of average quality.

TECHNICAL PARAMETERS OF EXPERIMENTAL GEOTHERMAL PLANT

Surface installation:

- Heat exchange unit (2 heat exchangers Alfa-Laval 40 m³/h) (Photo no. 2, 3).
- drying chamber,
- greenhouse (Photo no. 1),
- fish breeding tank (Photo no. 1),
- swimming pool, overall dimensions 31 m · 14.5 m, depth 0.6 to 1.8 m.

From the production well the geothermal water is supplied to two heat exchangers, with 6 5/8" pipes (Photo no. 4). After heat extraction in Alfa Laval heat exchangers, geothermal water returns to pipeline made of three pipes 2 7/8" and afterwards due to higher density is reinjected by itself back to the same aquifer, by reinjection well Biały Dunajec PAN-1 (Fig. 4).

The heat exchange station consists of two plate heat exchangers, parallel connected. From the first one the thermal water is supplied to drying chamber at temperature about 65°C-70°C. From the dryer, still hot water, at about 50°C heats greenhouse and afterwards comes back to heat exchanger (19).

From the second heat exchanger hot water for space heating of existing station building is used, but in future it will supply heat to about 200 dwellings in Szafłary and Biały Dunajec Communes (Fig. 5).

In the close future further Geothermal Plants are planned to construct, it will allow to substitute the coal

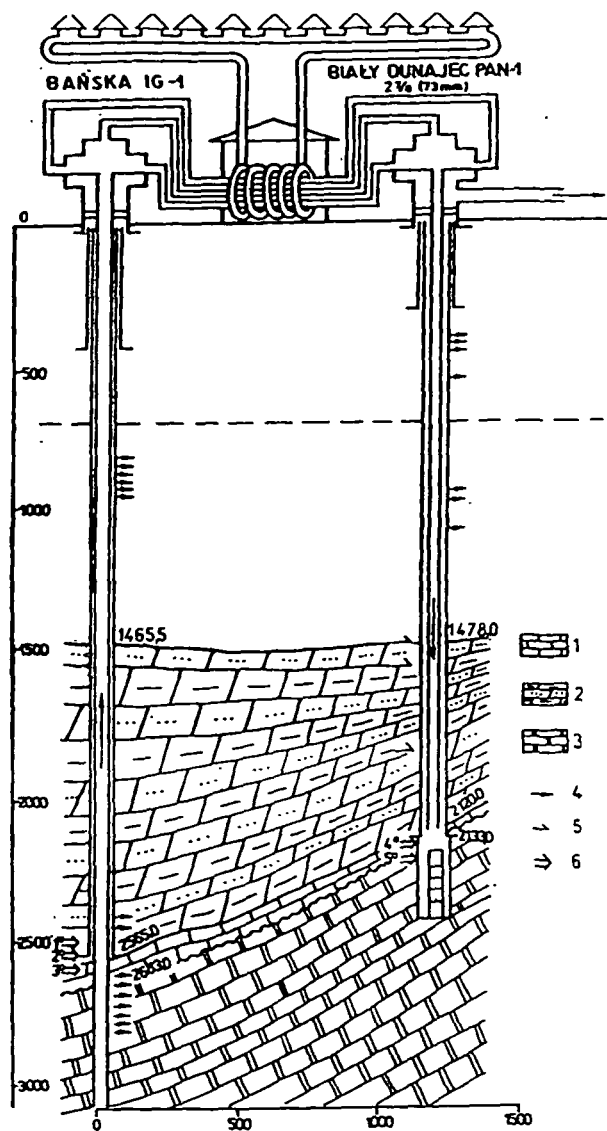


Fig. 4. Diagrammatic sketch of Geothermal Doublet!

1—Eocene limestone, 2—Palaeogene flysch, 3—Triassic dolomite and limestone, 4—mud loss, 5—gas inflow, 6—geothermal water inflow

firing in Zakopane, Poronin, Biały Dunajec, Szafłary and Nowy Targ thus in the whole Biały Dunajec Valley.

After that it is planned also to build up similar geothermal plants in Czarny Dunajec and Białka valleys (Fig. 3) Such system of geothermal plants should allow to eliminate coal combustion (about 400,000 tons annually) within whole Podhale Region.

REFERENCES

1. Basaj A., Nowicki J., Sokołowski J., Szewczyk B., 1986 — Preliminary estimation of the geothermal energy of waters occurred in Liassic formation. (Proceedings of the conference "Possibilities of the geothermal energy utilization in Wielkopolska Region", Poznań, Poland 21 XI 1986) (in Polish).
2. Biedrzycki W., Malaga M., Poprawa D., Sokołowski J., 1985 — Problems of Future Exploitation of Artesian Thermal Waters of Podhale Region. Materials for Carpatho-Balkan Geological Association.
3. Chowaniec J., Poprawa D., Sokołowski S., 1975 — Results of Hydrogeological investigations of drill-

- ings Siwa Woda IG-1 and Hruby Regiel IG-2. Kwart. Geol. t. 19, no. 4, Warszawa (in Polish).
4. Chowaniec J., Morgiel J., Olszewska B., Sokołowski J., 1984 — Results of researches of drilling Maruszyna IG-1. Kwart. Geol. t. 28, no. 2, Warszawa (in Polish).
5. Ney R., Sokołowski J., 1987 — Geothermal waters of Poland and possibilities of their utilization. Nauka Polska no. 6, 1987 (in Polish).
6. Nowicki J., Sokołowski J., Szewczyk B., 1985 — Geothermal water utilization of Podhale Basin (drilling Bańska IG-1) for space and tap water heating. (Proceedings of conference: Estimation of geothermal water utilization within Podhale Basin, Zakopane 21 of 21 VI 1985, Wyd. AGH, Kraków (in Polish).
7. Sokołowski J. and others, 1981 — Geological documentation of the well Bańska IG-1, Arch. of Geological Institute OK, Kraków (in Polish).
8. Sokołowski J., 1983 — Tectonics and geological evolution of Pieniny Klippen Belt in the light of results of Maruszyna IG-1 drilling. Kwart. Geol. t. 27, no. 2, Warszawa (in Polish).
9. Sokołowski J., 1984 — Geothermal Energy, big chance of Podhale Region. Problemy no. 8 Warszawa, Podhalanka no. 1, Ludźmierz (in Polish).
10. Sokołowski J., 1985 a — Conditions of Geothermal water occurrence within Podhale Basin. (Proceedings of conference: Estimation of geothermal water utilization within Podhale Basin, Zakopane 21 of 21 VI 1985), Wyd. AGH, Kraków (in Polish).
11. Sokołowski J., 1985 b — Geostructural, oil and gas as well as geothermal Provinces, Basins and Reservoirs of Poland. (Proceedings of conference: State of development and future directions of geothermal water utilization, Kraków 24-25 X 1985 (in Polish).
12. Sokołowski J., Szostak L., Poprawa D., Nowicki J., Szewczyk B., Solecka J., 1984 — Geological conditions and preliminary technical evaluation of the geothermal water exploitation within Podhale Basin. Elaboration available in Arch. of ISE AGH Kraków (in Polish).
13. Sokołowski J., Poprawa D., 1985 — Proposal concerning the complex schedule of investigations and utilization of geothermal water within Podhale Region. (Proceedings of conference: Estimation of geothermal water utilization within Podhale Basin, Zakopane 21 of 21 VI 1985), Wyd. AGH, Kraków (in Polish).
14. Sokołowski J., 1988 — Conditions of the geothermal water occurrence and forecast of its utilization in Podhale Region, Technika Poszukiwań Geologicznych, Geosynoptyka i Geotermia no 1-2 (in Polish).
15. Sokołowski J., Długosz P., Bujakowski W., 1989 — R & D Programme no. 5.2 — target 1.5.B — Geothermal Plant GT in Podhale Region (in Polish).
16. Sokołowski J., Jamrych J., Jaromin A., Kardasińska J., Kępińska B., Nagel J., 1989 — Geological documentation of already performed geological and drilling surveys within Podhale Basin. Arch. MEERC PAS, Kraków (in Polish).
17. Sokołowski J., Długosz P., Bujakowski, Kępińska B., Wieczorek J., 1990 — Biały Dunajec PAN-1 and Poronin PAN-1—the final geological documentation. Arch. of Minerals and Energy Economy Research Centre PAS, Kraków (in Polish).
18. Sokołowski J., Jaromin A., Długosz P., 1990 — Results of the experimental production and reinjection of geothermal water in doublet Biały Dunajec Pan-1 and Bańska IG-1. Arch. Mineral and Energy Economy Research Centre PAS, Kraków (in Polish).
19. Sokołowski J., Długosz P., Bujakowski W., 1991 — Foredesign of Experimental Geothermal Plant "Bańska—Biały Dunajec". Arch. Minerals and Energy Economy Research Centre PAS, Kraków (in Polish).

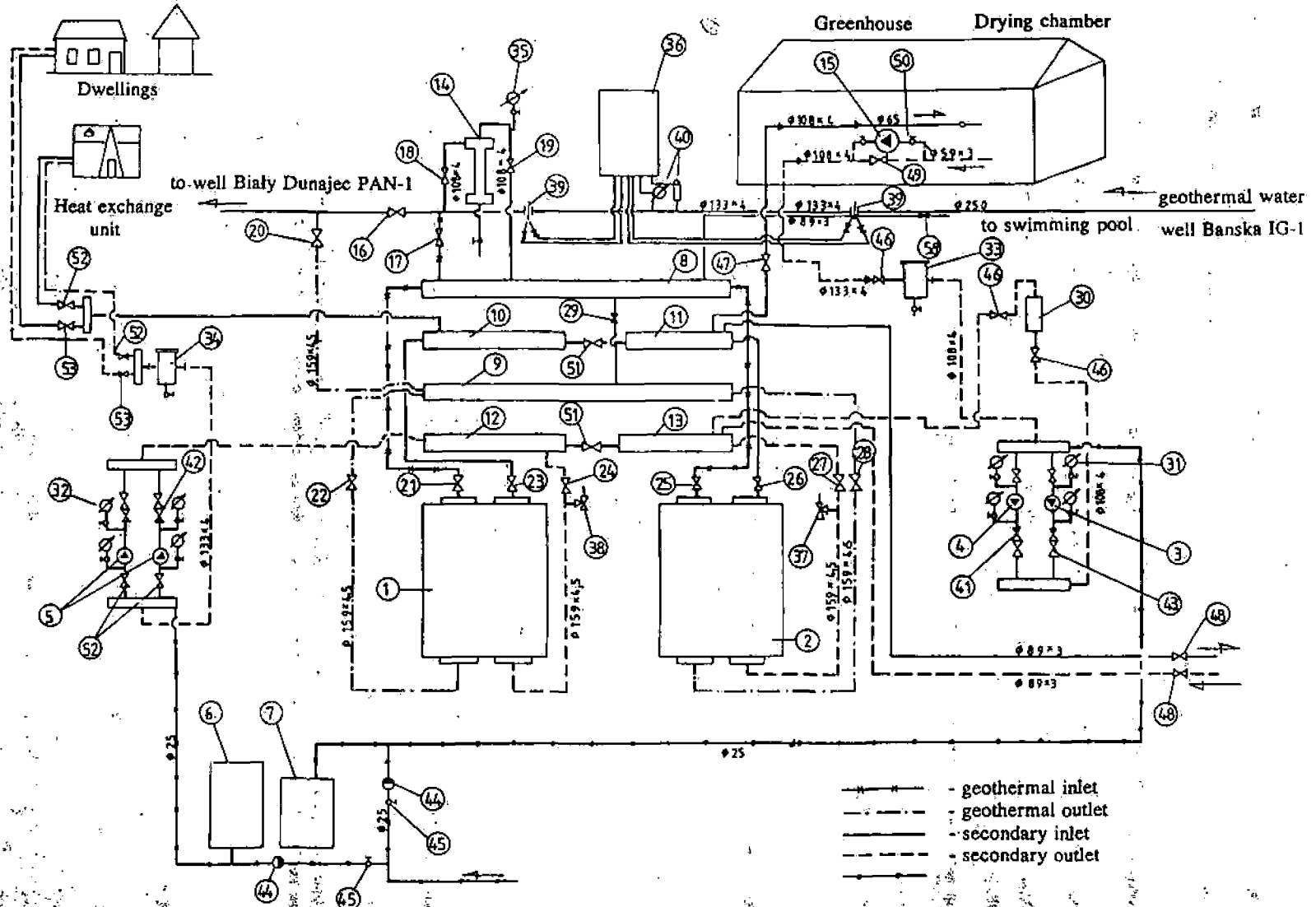


Fig. 5 Technological scheme of Experimental Geothermal Plant

1—Alfa Laval heat exchanger - dwellings and heat exchange unit, 2—Alfa Laval heat exchanger - drying chamber and greenhouse, 3—Circulating pump, 4—Circulating pump, 5—Circulating pump, 6—Pressure vessel, 7—Pressure vessel, 8—Dividing breeching, geothermal inlet, 9—Dividing breeching, geothermal outlet, 10—Dividing breeching, secondary inlet, dwellings and unit, 11—Dividing breeching, secondary inlet, drying chamber and greenhouse, 12—Dividing breeching, secondary outlet, dwellings and unit, 13—Dividing breeching, secondary outlet, drying chamber and greenhouse, 14—Lakos Separator, 15—Circulating pump, 16—28—Gate valves, 29—Valve, 30—Magnetizer UM-5, 31—Pressure gauge, 32—Pressure gauge, 33—Desilter, 34—Desilter, 35—Pressure gauge, 36—Temperature, pressure and flow recorder, 37—Safety valve, 38—Safety valve, 39—Measuring orifice plate, 40—Pressure gauge, thermometer, 41—Non-return valve, 42—Non-return valve, 43—Cut-off valve, 44—Non-return valve, 45—Cut off valve, 46—Gate valve, 47—Gate valve, 48—Cut off valve, 49—Valve, 50—Valve, 51—Cut-off valve, 52—Cut-off valve, 53—Cut-off valve.

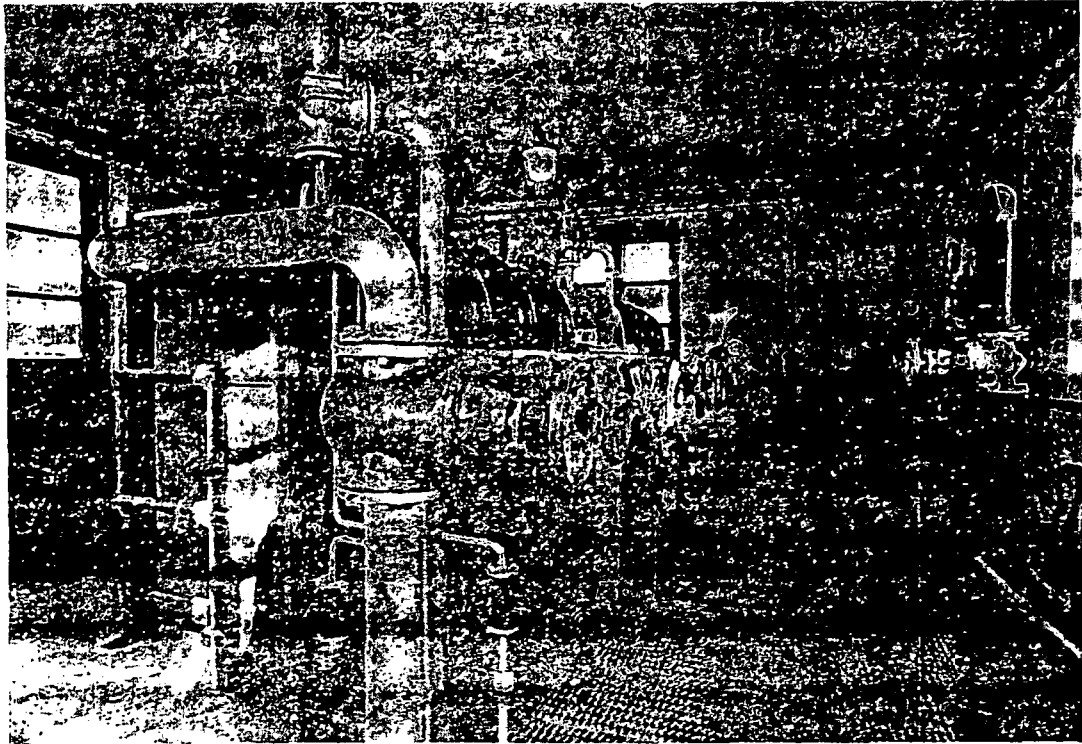


Photo no. 2. Heat exchange centre, main geothermal pipe, with Lakos Separator

Photo Juliusz K. Sokolowski

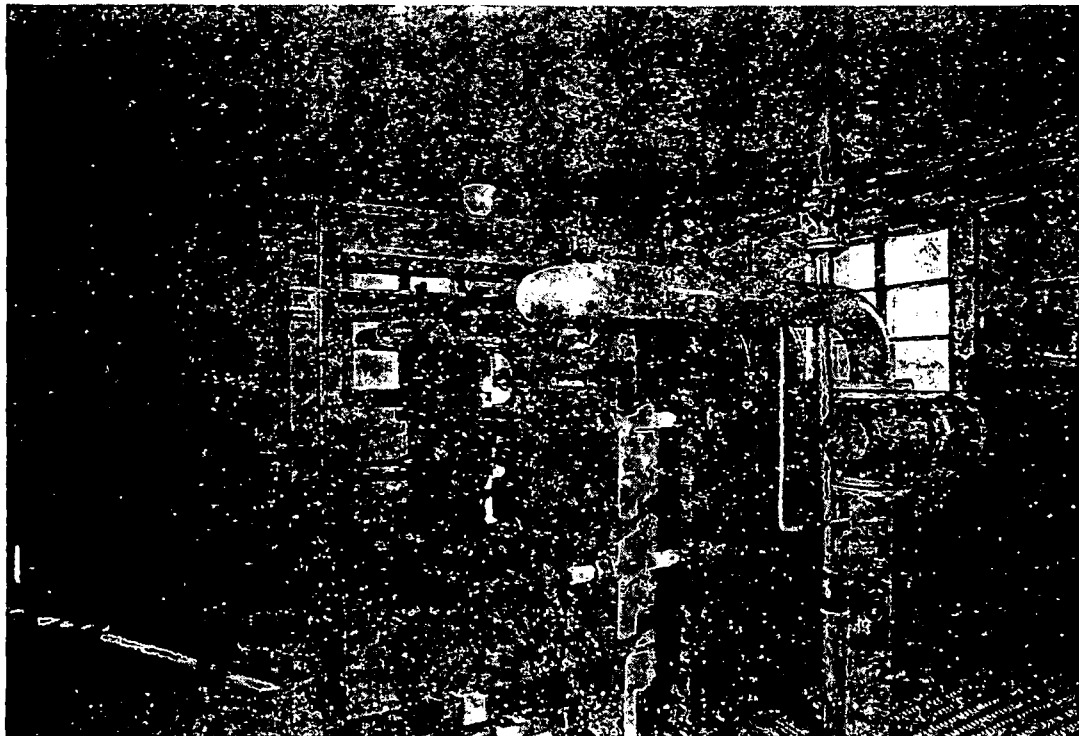


Photo no. 3. Two plate, heat exchangers Alfa-Laval

Photo Juliusz K. Sokolowski

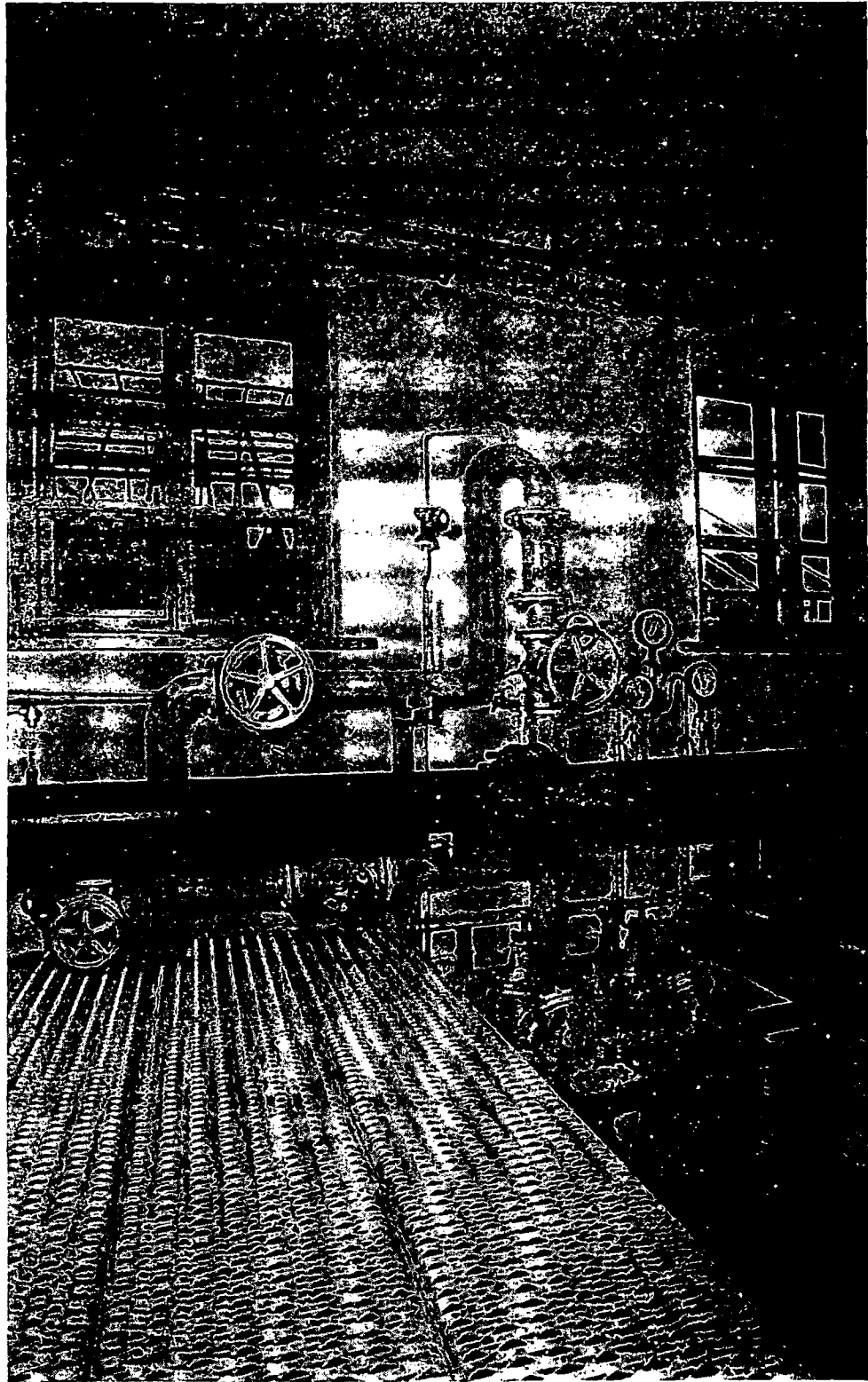


Photo no. 4. Heat exchange centre, with secondary circulation pumps and greenhouse in the background

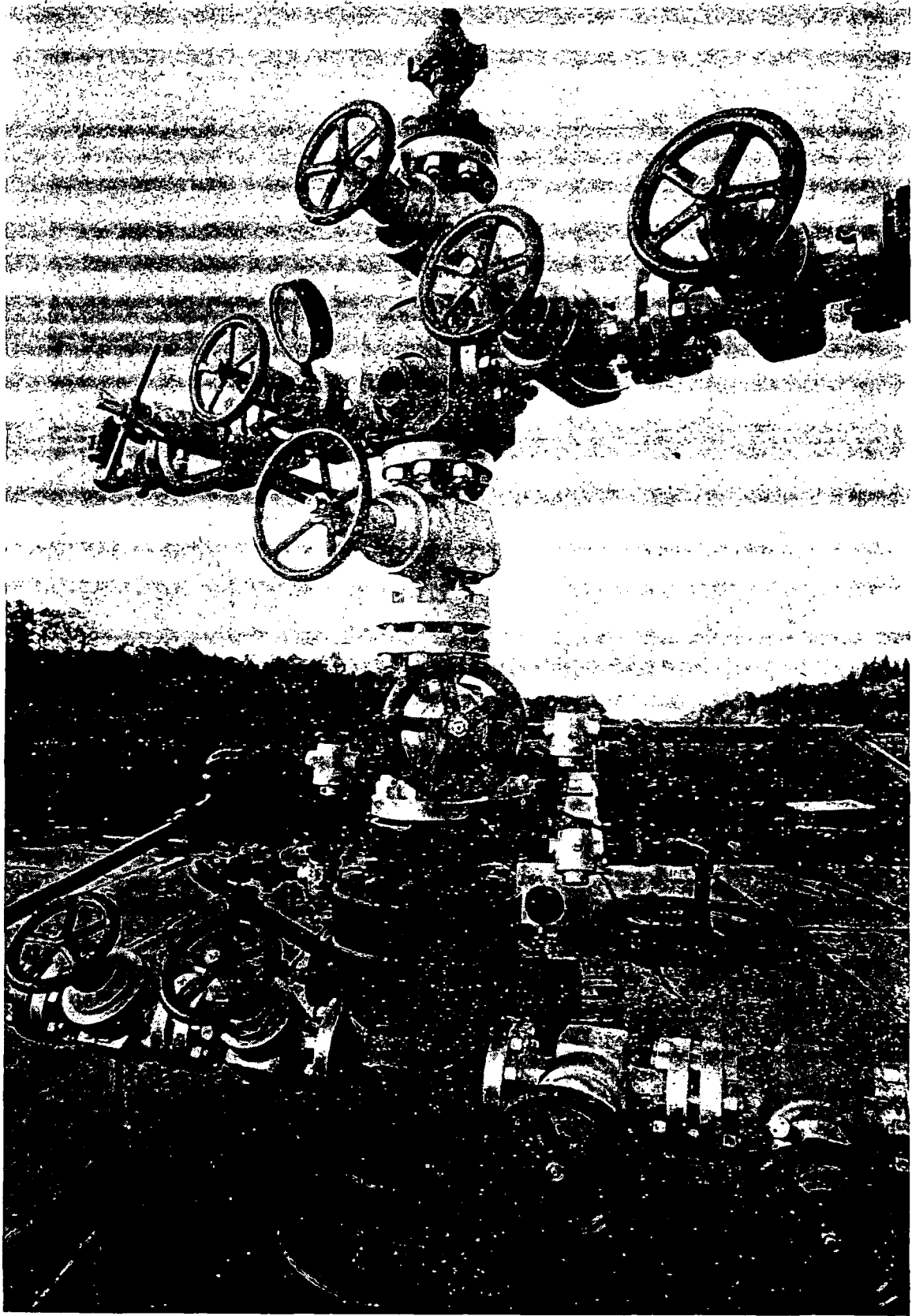


Photo no. 5. Geothermal borehole "Christmas Tree" at Bialy Dunajec PAN-1

Photo Juliusz K. Sokolowski

ANALIZA OPŁACALNOŚCI POZYSKIWANIA WÓD GEOTERMALNYCH NA PODHALU, W UNIEJOWIE I W SKIERNIEWICACH

WSTĘP

Energia wód geotermalnych może być w określonych warunkach konkurencyjna w stosunku do energii pozyskiwanej z węgla, gazu ziemnego lub z innych konwencjonalnych nośników energii. Jest to możliwe szczególnie w okresie, kiedy koszty pozyskiwania i ceny konwencjonalnych nośników energii szybko rosną.

W najbliższych latach przewidywany jest dalszy wzrost cen energii elektrycznej i gazu ziemnego.

Innym czynnikiem, który winien poprawić konkurencyjność ciepłych wód geotermalnych jest ochrona środowiska naturalnego. Ten element w niektórych regionach kraju winien przesądzać o opłacalności wykorzystania ciepłych wód w miejsce użytkowania węgla kamiennego.

Kolejnym czynnikiem jest możliwość lokalnego wykorzystania ciepłych wód podziemnych, szczególnie z otworów już istniejących, odwierconych w celach poszukiwań gazu ziemnego i ropy naftowej.

Nie bez znaczenia dla ekonomicznej efektywności wykorzystania wód geotermalnych jest również stan prawny, który winien umożliwiać przejmowanie ze Skarbu Państwa otworów i lokalne wykorzystanie ciepłej wody w gospodarstwach ogrodniczych, suszarniach, basenach lub jako wody sanitarnej.

Niniejszy artykuł przedstawia główne założenia analizy ekonomicznej opłacalności wykorzystania wód geotermalnych, zarys metodyki oraz wstępne wyniki obliczeń dla trzech rejonów Polski tj.: Podhala, Uniejowa i Skierniewic.

Szersze opracowanie tego zagadnienia zawiera praca (9).

PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE W RACHUNKU EKONOMICZNYM

Przed rozpoczęciem obliczeń sformułowano główne założenia, które w pewnym sensie zadecydowały o uzyskanych wynikach, tj.:

1. Ocenę ekonomiczną przeprowadza się dla trzech rejonów Polski, w których już istnieją otwory z ciepłą wodą tj.: dla Podhala na bazie otworów: Bańska IG-1 i Biały Dunajec PAN-1, dla Uniejowa na bazie otworów: IGH-1 i AGH-1, dla Skierniewic na bazie otworu GT-1.
2. Ustala się zakres oceny loco wymiennik ciepła przy otworze geotermalnym.
3. Jako alternatywne źródło ciepła przyjmuje się ciepłownię na węgiel kamienny.

4. Przyjmuje się, że oceniane przedsięwzięcia inwestycyjne będą kredytowane kredytem zagranicznym.
5. Przyjmuje się wydajności i temperatury wód z rozważanych otworów w wielkościach: Podhale bez pompowania — 200 m³/h i 85°C, Uniejów bez pompowania — 65 m³/h i 67°C oraz z uwzględnieniem pompowania 125 m³/h, Skierniewice — 120 m³/h i 68°C, z uwzględnieniem pompowania (1, 2).
6. Ustala się warianty wykorzystania ciepłej wody z otworów w trzech zakresach schłodzenia do temperatur: wariant A: do 60°C, wariant B: do 35°C, wariant C: do 20°C.
7. Wyróżnia się dwa rejonu klimatyczne: Niż i Podhale i dla nich ustala się ilość dni grzewczych odpowiednio na 250 i 300 dni w roku.
8. Do wyceny nakładów inwestycyjnych i kosztów przyjmuje się światowe wskaźniki cen, w 1991 r. przyjęto przelicznik walutowy 1 USD = 9 500 zł.

ZARYS METODYKI OCENY EFEKTYWNOŚCI

W analizie wykorzystano metodykę obliczeń kosztów pozyskania nośników energii opracowaną w Centrum PPGSMiE PAN w Krakowie (6, 7, 8, 9) oraz najnowsze metody oceny rentowności przedsięwzięć inwestycyjnych stosowane w gospodarce rynkowej krajów kapitalistycznych.

Analiza dokonywana była zatem w dwóch płaszczyznach:

1. W płaszczyźnie kosztów pozyskania 1 GJ energii cieplej z otworów geotermalnych i konwencjonalnych ciepłowni na węgiel kamienny, których moc dostosowywano do mocy możliwej do uzyskania z otworów geotermalnych. Nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacyjne uwzględniały wszelkie składniki począwszy od kosztów udokumentowania złoża, poprzez koszty wierceń, budowy zakładu geotermalnego i eksploatacji ciepłej wody (3, 4). W przypadku ciepłowni na węgiel kamienny uwzględniano również nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacyjne jakie należało ponieść dla pełnego zabezpieczenia środowiska naturalnego przed ujemnym oddziaływaniem spalania węgla kamiennego (5). Ceny węgla kamiennego będącego wsadem energetycznym w ciepłowniach określano na podstawie prognoz cen światowych w okresie do 2010 roku (6). Uwzględniane w rachunku nakłady inwestycyjne, koszty eksploatacyjne i wielkości produkcji rozpatrywano jako rozłożone w la-

tach roczne strumienie. Rachunek kosztów przeprowadzono z uwzględnieniem reguł oprocentowania i dyskonta (8), wyliczając średnie jednostkowe koszty pozyskania 1 GJ energii cieplnej z rozważanych otworów geotermalnych oraz z porównywalnych z nimi, pod względem mocy, ciepłowni na węgiel kamienny. Dysponując wyliczonymi kosztami energii cieplnej w zł/GJ dokonano porównania ciepłowni konwencjonalnych z zakładami geotermalnymi.

2. W płaszczyźnie ekonomiczno-finansowej, dokonano natomiast oceny rentowności. Brano w tym przypadku pod uwagę konieczność działania tych zakładów w warunkach gospodarki rynkowej w okresie 30 lat.

Uwzględniono:

- kredytowanie inwestycji kredytem zagranicznym oprocentowanym w wysokości 9% rocznie o okresie spłaty 8 lat,
- wartość rocznej produkcji energii cieplnej z otworów geotermalnych, która określana jest na bazie kosztów wytwarzania ciepła w porównywalnych ciepłowniach na węgiel kamienny.

Dokonano obliczeń zysków i strat oraz dochodów i wydatków (cash flows) dla trzech wariantów wykorzystania ciepłych wód z rozważanych otworów w okresie 30 lat ich eksploatacji.

Poza tym obliczono wskaźniki świadczące o poziomie efektywności i rentowności tych przedsięwzięć inwestycyjnych, takie jak:

- wartość kapitałowa inwestycji,
- wskaźnik zysku,
- wewnętrzna stopa procentowa,
- okres zwrotu nakładów kapitałowych.

WYNIKI OBLICZEŃ I ANALIZ

Wyniki obliczeń odnoszą się również do wymienionych wyżej płaszczyzn oceny. I tak, wyniki obliczeń kosztów pozyskania 1 GJ energii cieplnej z zakładu geotermalnego i z ciepłowni na węgiel kamienny przedstawiono w tabeli 1, natomiast wyniki analizy ekonomiczno-finansowej (podstawowe wskaźniki rentowności) dla rozważanych rejonów pozyskiwania wody geotermalnej zawiera tabela 2.

WNIOSKI KOŃCOWE

Przeprowadzona analiza ekonomiczna miała na celu wykazanie czy tego rodzaju inwestycje jak zakłady geotermalne na Podhalu, w Uniejowie i w Skierniewicach będą opłacalne, przy założeniu, że na ich realizację zostanie zaciągnięty kredyt zagraniczny na ogólnie dostępnych zasadach i warunkach. Do niniejszej analizy przyjęto kredyt zagraniczny w wysokości niezbędnych nakładów kapitałowych na realizację wymienionych wyżej inwestycji, przy oprocentowaniu 9% rocznie i okresie spłaty 8 lat.

Po dokonaniu szczegółowych analiz z wykorzystaniem najnowszych metod badań rentowności stwierdzono, że:

1. Budowa zakładu geotermalnego na Podhalu — na bazie otworów Bańska IG-1 oraz Biały Dunajec PAN-1 jest opłacalna dla wszystkich rozpatrywa-

nych wariantów A, B i C wykorzystania ciepłej wody, przy samowypływie wynoszącym 200 m³/h i temperaturze wody na głowicy 86°C. Zwiększenie wydajności otworów w tym rejonie do 300 m³/h, poprzez pompowanie (co jest możliwe) spowoduje wzrost wyliczonych wskaźników rentowności.

2. Budowa zakładu geotermalnego w Uniejowie na bazie otworów IGH-1 oraz AGH-1 przy samowypływie wody o wydajności 65 m³/h i temperaturze 67°C jest nieopłacalna przy powyższych założeniach, nawet przy wykorzystaniu pełnego zakresu temperatury wody tj. 67 ÷ 20°C, jest natomiast opłacalna z uwzględnieniem pompowania tj. o wydajności 125 m³/h w wariantcie B schłodzenia wody (temperatura wody 67 ÷ 35°C) oraz w wariantcie C (temperatura wody 67 ÷ 20°C).

Inwestycja ta nie spełnia jednakże kryterium okresu zwrotu nakładów kapitałowych, który winien być mniejszy lub równy 8 lat, tj. równy okresowi spłaty kredytu.

Ponieważ otwory IGH-1 i AGH-1 już istnieją, należałoby rozważyć możliwość bezpłatnego przekazania ich do eksploatacji (dla pokrycia lokalnych potrzeb na energię cieplną) jako majątku Skarbu Państwa i wówczas dokonać analizy ekonomicznej przy innych założeniach co do kredytowania inwestycji oraz wielkości kapitału.

3. Budowa zakładu geotermalnego w Skierniewicach na bazie otworu GT-1 o wydajności 120 m³/h i temperaturze wody 68°C z uwzględnieniem pompowania nie spełnia przyjętych kryteriów oceny rentowności, przy wykorzystaniu kredytu zagranicznego. Należałoby zatem, podobnie jak w przypadku Uniejowa, rozważyć możliwość lokalnego wykorzystania energii geotermalnej, traktując zaangażowany majątek jako majątek Skarbu Państwa. Zwłaszcza, że w rejonie Skierniewic istnieje konkretny użytkownik tej energii. Należy przypuszczać, że przy innych założeniach co do kapitału i kredytu, inwestycja ta będzie opłacalna.

Po zrealizowaniu pracy (9) nasuwają się również wnioski natury ogólnej:

1. O opłacalności wykorzystania wód geotermalnych, poza parametrami technicznymi (wydajność otworów, temperatura wody, itp.), decydować będzie możliwość wykorzystania wody w najszerszym zakresie temperatur, tj. znalezienie odpowiednich użytkowników w pobliżu otworów już istniejących.
2. W przypadku planowania lokalizacji wierceń nowych otworów oraz wykorzystania otworów już istniejących należy uwzględnić również lokalne zapotrzebowanie na energię cieplną oraz koszty dostawy ciepła do użytkowników. Może się bowiem okazać, że o opłacalności użytkowania energii geotermalnej decydować będzie odległość do użytkownika.
3. W przyszłości w kompleksowej analizie ekonomicznej należałoby uwzględnić również możliwość skojarzonej pracy ciepłowni konwencjonalnych z otworami geotermalnymi w celu pokrycia zapotrzebowania na energię cieplną występującego w danym rejonie kraju.
4. Konieczne jest uregulowanie stanu prawnego umożliwiającego przejmowanie nieodpłatne od Skarbu Państwa otworów z ciepłą wodą do lokalnego wykorzystania energii cieplnej. W większości przypadków zastosowanie ostrych kryteriów

Koszty pozyskania 1 GJ energii cieplnej z zakładów geotermalnych i z ciepłowni na węgiel kamienny

Lokalizacja zakładu geotermalnego i ciepłowni węglowej	Wariant	Moc MW	Koszty pozyskania energii cieplnej, zł/GJ	
			z zakładu geotermalnego	z ciepłowni węglowej
1. Podhale	A	6,04	26,4	44,5
	B	11,86	13,4	43,5
	C	15,36	10,4	43,1
2. Uniejów (P)	A	1,02	159,2	56,7
	B	4,65	34,8	46,5
	C	6,38	23,7	46,0
3. Skierniewice	A	1,12	260,0	55,6
	B	4,61	62,9	47,0
	C	6,7	43,3	45,8

Tabela 2

Zestawienie wskaźników oceny ekonomiczno-finansowej budowy i eksploatacji zakładów geotermalnych

Zakład geotermalny Wydatność otworu	Wariant	Wartość kapitałowa W_k^2 mln zł	Wskaźnik zysku Z_w	Wewnętrzna stopa procentowa WSP %	Okres zwrotu kapitału T_z lata
1. Podhale 200 m ³ /h	A	41 164	2,1	23,4	8,9
	B	74 158	2,9	33,8	6,7
	C	81 118	3,2	36,0	6,5
2. Uniejów (P) 125 m ³ /h	A	-17 664	0,44	—	54
	B	656	1,02	9,4	15
	C	4 526	1,14	11,0	12
3. Skierniewice 120 m ³ /h	A	-37 272	0,27	—	—
	B	-21 125	0,58	1,5	35
	C	-17 761	0,65	2,7	29

ekonomicznych w dokonywanym rachunku wykaże nieopłacalność tych przedsięwzięć, szczególnie w odniesieniu do otworów o małej wydajności i niskiej temperaturze.

L I T E R A T U R A

- Sokołowski J. — Warunki występowania wód geotermalnych w niecce podhalańskiej. Mat. Konf. nt. Ocena możliwości eksploatacji wód termalnych w niecce podhalańskiej. Zakopane 1985.
- Wyniki opróbowania odwiertów Bańska IG-1 i Biały Dunajec PAN-1. Materiały archiwalne Zakładu Geosynoptyki Surowców Mineralnych i Energii CPPGSMiE PAN. Kraków 1990.
- Sokołowska J. — Ocena kosztów pozyskania kopalin płynnych na różnych głębokościach. Techn. Poszuk., Geosynoptyka i Geotermia, 1990, z. 3-4.
- International Symposium on Geothermal Energy. International Volume — Geothermal Resources Council, 1985.
- Zbiór danych wejściowych do opracowania prognozy rozwoju technicznego systemów ciepłowniczych. Praca wykonana pod kierunkiem J. Rosady. KONSULTEX, Warszawa 1989.
- Zalucki J. i inni — Wariantowa ocena rentowności kopalni i bilansów węgla w zależności od kształtowania się prognoz cen światowych na węgiel kamienny w perspektywie do 2010 r. Opracowanie CPPGSMiE PAN. Kraków 1990.
- Soliński I. i inni — Problemy ekonomiczne, społeczne i socjologiczne wynikające z likwidacji kopalni węgla kamiennego. Etap I. Cz. I. Opracowanie metodyki oceny rentowności kopalni w warunkach gospodarki wolnorynkowej. Opracowanie CPPGSMiE PAN. Kraków 1990.
- Soliński I. — Ocena rentowności polskich kopalni węgla kamiennego w warunkach gospodarki rynkowej pod kątem możliwości ich likwidacji. Mat. Konf. pt. Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi w Polsce. Kraków-Karniowice 1990.
- Soliński I. i inni — Ocena opłacalności pozyskiwania ciepłych wód geotermalnych na Podhalu, w Uniejowie i Skierniewicach. Opracowanie CPPGSMiE PAN. Kraków 1991.

PROFITABILITY ANALYSIS OF OBTAINING GEOTHERMAL WATER IN THE PODHALE REGION, UNIEJÓW AND SKIERNIEWICE

INTRODUCTION

Energy of geothermal water may be competitive, in some conditions, to energy produced from coal, natural gas, or other conventional energy carriers, especially, when costs of production and costs of conventional energy carriers rise quickly.

It is expected in the nearest future that prices of electric energy and natural gas will continue to grow.

Another factor that should raise competitiveness of warm geothermal water is protection of natural environment. In some regions of Poland this factor should be crucial for profitability of utilization of warm water, replacing hard coal.

Also, warm underground water should be utilized locally, especially from boreholes drilled for natural gas and crude oil. It is also important that legal rules should be made it possible to take over, from the State Treasury, the boreholes and local utilization of warm water in garden farms, driers, pools, or as sanitary water.

This paper reveals main assumptions of economic profitability analysis of utilization of geothermal water, the outline of methodics, and preliminary calculational results for three Poland's regions, namely Podhale, Uniejów and Skierniewice.

This problem has been widely described in (9).

BASIC ASSUMPTIONS FOR ECONOMIC CALCULATION

Prior to calculations, some basic assumptions were formulated, which, in a way, decided on the results obtained, i.e.:

1. Economic evaluation is to be carried out for three Poland's regions, in which there are already the boreholes with warm water, namely the Podhale region—on the basis of the boreholes Bańska IG-1, and Biały Dunajec PAN-1; the Uniejów region—on the—two boreholes GT-1.
2. The range of loco evaluation is heat exchanger at a geothermal borehole.
3. As an alternative heat source are assumed heating plants using hard coal.
4. It has been assumed that the evaluated investments will be credited by foreign credit.
5. The following discharges and temperatures of water from the boreholes under consideration have been assumed: Podhale—200 m³/h and 85°C; Uniejów—65 m³/h, 67°C, and 125 m³/h with pumping; Skierniewice—120 m³/h, 68°C, with pumping. (1, 2).

6. Utilization of warm water from the boreholes was assumed in the three temperature ranges: variant A—up to 60°C; variant B—up to 35°C; variant C—up to 20°C.
7. The two climatic regions are distinguished, i.e. the Niz region and the Podhale region, with 250 and 300 heating days, respectively.
8. Investment outlays and costs are evaluated according to world price rates, in 1991 assuming 1 USD = 9500 zloty.

AN OUTLINE OF EFFECTIVENESS EVALUATION METHODICS

In the analysis, the methodics of costs calculation of energy carriers production elaborated at the Mineral and Energy Economy Research Centre, Polish Academy of Sciences in Cracow (6, 7, 8 and 9) was used, and also the latest methods for profitability evaluation of investment undertakings used in market economy in capitalistic countries.

The analysis covered two areas:

1. The area of production costs of 1 GJ of thermal energy from geothermal boreholes and conventional heating plants using hard coal, whose power was adjusted to power possible to be achieved from geothermal boreholes. Investment outlays and operational costs included numerous components, starting from the costs of supplying documentary evidence for a deposit, through costs of drilling, construction of geothermal plant, and utilization of warm water.(3, 4). For a heating plant using hard coal were also considered investment outlays and operational costs, which had to be borne to fully protect natural environment against negative effect of hard coal burning (5). The prices of hard coal as power charge in heating plants were determined according to prognoses on world prices until the year 2010 (6). The investment outlays, operational costs and production are considered as yearly quantities. Costs calculation was based on the rules of rate of interest and discount (8). Mean unit costs of production of 1 GJ heat energy from geothermal boreholes in question, and from comparable to them in terms of power, heating plants for hard coal, were calculated. Having calculated the costs of heat energy in zloties/GJ, a comparison was made between conventional heating plants and geothermal plants.
2. The economic-financial area, in which profitability evaluation was performed. Consideration was gi-

Production costs of 1 GJ heat energy from geothermal plants and heating plants for hard coal

Geothermal plant and coal heating plant	Variant	Power MW	Production costs, zloty/GJ	
			from geothermal plant	from coal heating
1. Podhale	A	6,04	26,4	44,5
	B	11,86	13,4	43,5
	C	15,36	10,4	43,1
2. Uniejów (P)	A	1,02	159,2	56,7
	B	4,65	34,8	46,5
	C	6,38	23,7	46,0
3. Skierniewice	A	1,12	260,0	55,6
	B	4,61	62,9	47,0
	C	6,7	43,3	45,8

Table 2

List of indexes of economic-financial evaluation for construction and operation of geothermal plants

Geothermal plant Discharge	Variant	Capital value V_c^o mln zloty	Profit ratio R_p	Internal interest rate AIR %	Pay back period for capital outlays C_B years
1. Podhale 200 m/h	A	41 164	2,1	23,4	8,9
	B	74 158	2,9	33,8	6,7
	C	81 118	3,2	36,0	6,5
2. Uniejów (P) 125 m ³ /h	A	-17 664	0,44	—	54
	B	656	1,02	9,4	15
	C	4 526	1,14	11,0	12
3. Skierniewice 120 m ³ /h	A	-37 272	0,27	—	—
	B	-21 125	0,58	1,5	35
	C	-17 761	0,65	2,7	29

ven to the fact that it is necessary for these plants to operate in the conditions of market economy over a period of 30 years.

The following aspects were considered:

- investment credited by foreign credit, rate of interest 9% a year over 8 years of repayment;
- value of yearly production of thermal energy from geothermal water, determined on the basis of costs of heat production in comparable heating plants using hard coal.

The calculations were made of profits and losses, income and cash flows, for three variants of utilization of warm water from the considered boreholes over a period of 30 years. Besides, the ratios were calculated that indicate effectiveness and profitability of these investments, such as:

- capital investment value,
- profit ratio,
- internal interest rate,
- pay back period for capital outlays.

RESULTS OF CALCULATIONS AND ANALYSIS

Calculational results regard also the above-mentioned evaluation areas. And so, the costs of production of 1 GJ thermal energy from geothermal plant and heating plant using hard coal, are presented in Table 1, while the results of economic-financial analysis (basic profitability indexes) for considered regions of obtaining geothermal water are shown in Table 2.

CONCLUSION

The economic analysis was aimed at finding out whether such investments as geothermal plants in the Podhale region, Uniejów, and Skierniewice, would be profitable, with the assumption that they would be constructed with the aid of foreign credit contracted on commonly accepted rules and conditions. The present analysis assumed foreign credit for indispensable capital investments

mentioned above, with the rate of interest 9% per year, and repayment period of 8 years.

Detailed analyses performed with the use of modern methods for profitability examination resulted in the following statements:

1. Construction of a geothermal plant in the Podhale region, on the basis of the Bańska IG-1 and the Biały Dunajec PAN-1 boreholes, is profitable for all examined variants A, B and C of utilization of warm water, with outflow without pumping of 200 m³/h and water temperature 86°C on head. An increase in boreholes discharge of up to 300 m³/h through pumping (which is possible) will cause an increase in profitability indexes calculated.

2. Construction of a geothermal plant in Uniejów on the basis of the IGH-1 and the AGH-1 boreholes, with outflow without pumping of discharge 65 m³/h and temperature 67°C, is non-profitable with the above assumptions even, when a borehole range of water temperature 67–20°C is used; it is profitable with pumping, i.e. of discharge 125 m³/h in variant B of water cooling (water temperature 67–35°C), and in variant C (water temperature 67–20°C). However, this investment does not satisfy a criterion of capital outlays back pay period, which shall be shorter or equal to 8 years, i.e. equal to credit repayment period.

Because the boreholes IGH-1 and AGH-1 already exist, it should be considered whether it is possible to use them free of charge (to cover local demand for heat energy) as the State Treasury assets, and then to perform economic analysis with other assumptions on crediting investments and capital size.

3. Construction of a geothermal plant in Skierniewice on the basis of the borehole GT-1, discharge 120 m³/h, water temperature 68°C, with pumping, does not fulfill the assumed profitability evaluation criteria, with the use of foreign credit. Thus, it seems proper, similarly to the case of Uniejów, to consider the way of local utilization of geothermal energy taking the property as the assets of State Treasury. It is really crucial also for the fact that in the region of Skierniewice there is a concrete user of this energy. It seems that this investment will be profitable with other assumptions concerning capital and credit.

The research carried out in (9) led also to general conclusions, like:

1. The problem, whether it is profitable to utilize geothermal water, will depend, apart from technical parameters, on the possibility of water utilization in the widest range of temperature, i.e. on finding appropriate users in the vicinity of the boreholes already existing.

2. If it is planned to drill more boreholes and to utilize the boreholes already existing, local demand for thermal energy and costs of heat delivery to users should also be considered. It may appear that a decisive factor for profitability of utilization of geothermal energy will be a distance to user.

3. Future complex economic analysis should include also possible operation of conventional heating plants in association with geothermal boreholes to cover demand for thermal energy in a given region.
4. It is necessary to settle legal conditions for taking over, from the State Treasury and free of charge, the boreholes with warm water to locally utilize thermal energy. In most cases sharp economic criteria in calculation carried out will indicate that these undertakings are non-profitable, especially with regard to the boreholes of low discharge and low temperature.

REFERENCES

PUBLISHED IN POLISH

1. Sokółowski J. — Conditions of Occurrence of Geothermal Water in the Podhale Syncline. Conference Proceedings on "Evaluation of Utilization Possibilities of Thermal Water in the Podhale Syncline." Zakopane, 1985.
2. Sampling Results for Bore-Holes Bańska IG-1 and Biały Dunajec PAN-1. Papers of Division of Mineral and Energy Geosynoptic, Mineral and Energy Economy Research Centre, Polish Academy of Sciences. Cracow, 1990.
3. Sokółowska J. — Evaluation of Mining Costs of Liquid Minerals on Various Depths. Technika Poszukiwań Geologicznych Geosynoptyka i Geotermia, 1990, Vol. 3-4.
4. International Symposium on Geothermal Energy, International Volume, Geothermal Resources Council, 1985.
5. Initial Data Set for Elaboration of Technical Development Prognosis for Heating Systems. The research supervised by Rosada, J. KONSULTEX, Warsaw, 1989.
6. Załucki J. et al. — Variant Profitability Evaluation of Coal Mines and Coal Balances with Regard to World Prices Prognoses on Hard Coal in the Period until the year 2010. Elaboration by the Mineral and Economy Research Centre, Polish Academy of Sciences. Cracow, 1990.
7. Soliński I. et al. — Economic, Social and Environmental Protection Problems Resulting from Liquidation of Hard Coal Mines. Stage One, Part One. Methodology of Coal Mines Profitability Evaluation in Free Market Economy. Elaboration by the Mineral and Economy Economy Centre, Polish Academy of Sciences, Cracow, 1990.
8. Soliński I. — Evaluation of Profitability of Polish Hard Coal Mines in the Conditions of Market Economy in View of Chances for Liquidation. Conference Proceedings on "Actualities and Prospects in Polish Mineral Economy." Cracow-Karniowice, 1990.
9. Soliński I., et al. — Profitability Evaluation of Obtaining Warm Geothermal Water in the Podhale Region, Uniejów and Skierniewice. Elaboration by the Mineral and Economy Research Centre, Polish Academy of Sciences. Cracow, 1991.

NEOGENE—QUATERNARY IN EGYPT THE NILE DELTA

The present paper gives geologic information and data (geologic-setting, geologic ages and the rock-units) representing the Miocene, Pliocene and Quaternary in the Nile Delta subsurface.

The data and information are result of 26 deep wells drilled by oil companies in the delta since 1960 (Figure 1) and studied by the staff of the Geology Department, Mansoura Univ. and others.

Madi, Kafr El-Sheikh, El-Wastani, Mit Ghamr and Bilqas formations.

1. Sidi Salim Formation

Age: Middle-Upper Miocene (Serravalian to Tortonian).

Author: Rizzini et al. (14).

Type locality: Sidi Salim well No.1.

Thickness: 480 m, the lower boundary is not yet reached by drilling in most wells except in the western part where the whole unit was penetrated in some wells, measuring 600 to 800 in North Dillingat-1 and Hosh Isa-1 respectively (Figure 1).

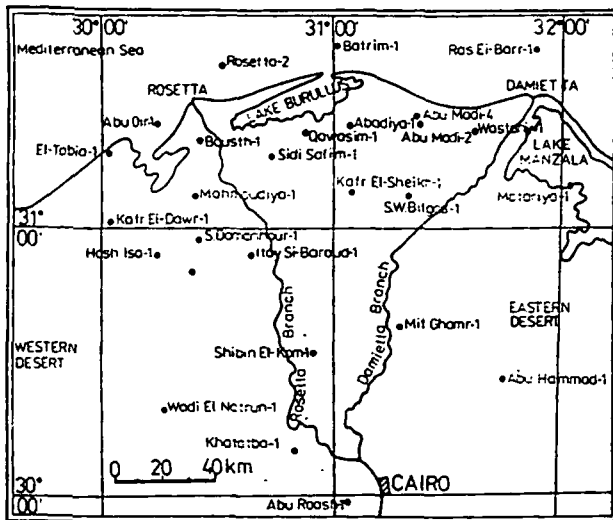


Fig. 1. Well location map of Nile Delta Area

Said (16) mentioned that a regional uplift (epeirogenic movement) occurred in Egypt at the end of Middle Miocene. That uplift was accompanied by intensive erosion. The valley of the Nile in its present was downcut and came to a great depth during Late Miocene and Early Pliocene. During the Middle Pliocene, marine transgression caused flooding of the Nile embayment. During the Pleistocene, the Nile Valley showed aggradation and degradation relative to the eustatic changes of base level of the Mediterranean Sea. These left behind several terraces particularly along the sides of the valley.

Workers dealing with the origin of the Nile Delta, its geological sedimentation and history are numerous: Hanter (11), Salem (18), Zein El-Din and Marzouk (27), Rizzini et al. (14), Ross and Elazar (15), Zaghloul et al. (23, 24, 25), Barkat (4) and others.

STRATIGRAPHY

The Neogene-Quaternary stratigraphic subsurface succession in the northern part of the Nile Delta has subdivided by Rizzini et al. (14) into eight rock-units, from bottom to top: Sidi Salem, Qawasim, Rosetta, Abu

CYCLES	AGE	FORMATION	LITHOLOGY	DESCRIPTION	AV. THICKNESS		
MIOCENE	MIOCENE	ROSETTA		LAGOONAL ARGILLITES	50		
		SARMATIAN (MESSINIAN)	QAWASIM	FLUVIAL SANDS, SANDSTONES... CONGLOMERATIC WITH CLAY INTERBEDS	700		
		TORTONIAN	SIDI SALEM	OUTER HERCINIC CLAYS WITH DOLOMITIC MARL AND FEW SANDS, SILTSTONES AND SANDSTONES	>700		
		MELVETIAN (LANGHIAN)					
		GRONDANIAN	MOGHRA				
		PLIO - PLEISTOCENE	PLEISTOCENE	ABU MADI		COASTAL SAND, CONGLOMERATIC WITH CLAY INTERBEDS	300
				LOWER			
				MIDDLE	KAFR EL SHEIKH	OUTER TO INNER HERCINIC SOFT CLAYS WITH FEW SAND INTERBEDS	1500
				UPPER	EL WASTANI	INNER HERCINIC SAND WITH CLAY INTERBEDS	300
		MIOCENE	MIOCENE				
PRE MIOCENE	OLIGOCENE OR OLDER	DABA ?		HERCINIC SANDY SHALES	?		

Fig. 2. Subsurface stratigraphic column for the Nile Delta Area (After Zaghloul et al., 1980 and Barakat, 1982 and others)

Lithology: This formation is mainly made up of shales with few dolomite and dolomitic marl in its lower part and sandstone and siltstone at its top.

Sedimentary environment: According to Zaghoul et al. (22, 23), the shales were deposited in foreshore to relatively deep quiet marine environment of transgressive sea, whereas the top sandstones seem to have been deposited under rather regressive sea.

Structural set-up: The lower Sidi-Salim Formation probably lies on the Moghra Formation (L. Miocene) or on older rocks.

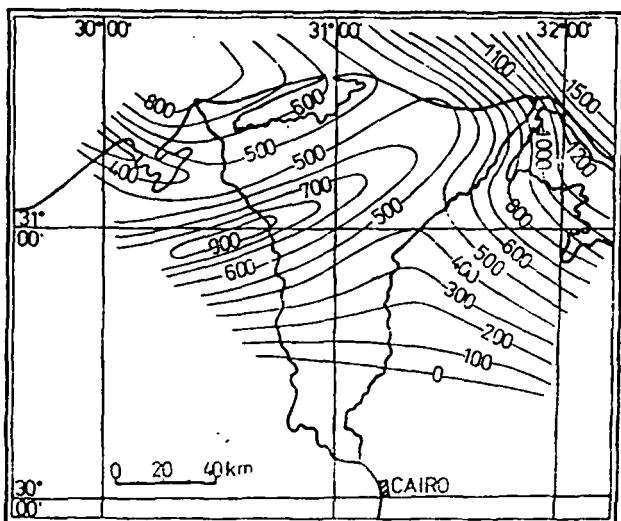


Fig. 3. Sidi Salim Fm. isopach map

A rough isopach map has been constructed (22, 23), shown in Figure 3. This map reveals two different general trends (NE-SW and NW-SE), i.e. parallel to Aqaba and Suez fault systems, also, it can be subdivided into two sub-basins; a one, whose centre of deposition occurs in the Western Desert and the second sub-basin shows a notable NE thickness in the direction of the Manzala Lake. The shore appears to be located near Abu-Hammad-Shebin El-Kom (in the southern portion of the present Nile Delta). This Middle-Upper Miocene basin is believed by some workers (19) to be of pre-Middle Miocene tectonic origin.

2. Qawasim Formation

Type Locality: Qawasim Well-1.

Age: Upper Miocene, Tortonian or Messinian.

Thickness: 295 m in its type locality, but it measures a max. thickness in SW-Bilqas well No. 1.

Stratigraphic Limits: It overlies the Sidi Salim Fm., and is overlain either by the anhydrite of the Rosetta Fm. (Upper Miocene) or the Lower Pliocene Abu Madi Fm.

Lithology: It is composed of a rather irregular succession of sands, sandstones and conglomerates, with clay interbeds. The sandstones are slightly indurated, ill-sorted with clayey cement. The conglomerates are thick with sandy matrix.

Distribution: The isopach map of this formation (24, 25, 26) gives a picture dissimilar to that of the underlying formation. It shows a semiclosed basin with uniform thickness gradient. That basin (E-W extension), closed at the NW and wider and open toward Sinai and the Gulf of Suez. The shore line was located,

as the Sidi Salim one, the Abu-Hammad-Shebin El-Kom latitude (Figure 4).

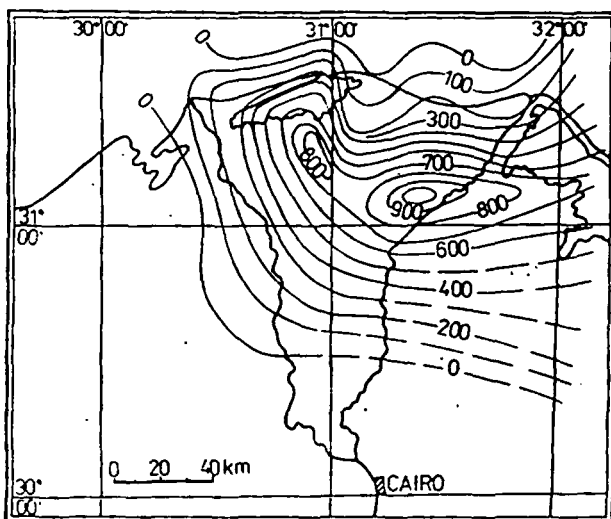


Fig. 4. Qawasim Fm. isopach map

Structural set-up: It is suggested that the pre-Middle Miocene uplift might have been continued or rejuvenated in Late Miocene and the north regression of the sea reached beyond the present coast of the Delta. Salem (18) and Ross and Elasar (15) are of the opinion that the land was tilted toward the east by faulting.

3. Rosetta Formation

Type Locality: Roseta Well No. 2.

Age: Upper Miocene, Messinian.

Thickness: About 50 m. Its max. thickness is 150 m in Abu-Madi No. 4.

Stratigraphic Setting: It overlies the Qawasim Fm., and its upper boundary is underlain by the marine-fluviomarine Abu-Madi Fm.

Lithology: It is made up of anhydrite with thin clay and silt interbeds, particularly in the south and east. The sediments of this formation indicate foreshore to lagoonal environment, deposited under regressive sea conditions. This evaporite was correlated with those of the Messinian Mediterranean basin.

Distribution: This formation occurs in the northern part of the Delta, offshore area and around Manzala Lake. The isopach of this formation (Figure 5) shows a very shallow irregular basin, localized in the north. Most of the present delta was dry land.

4. The Abu Maadi Formation

Age: Lower Pliocene.

Type Section: Abu Maadi Well-4.

Thickness: 300 m, attaining a max. thickness of about 562 m in Kafr El-Sheikh well No 1.

Stratigraphic Position: It overlies the Rosetta, Qawasim or Sidi Salim formation and is overlain by the Kafr El-Sheikh Fm.

Lithology: It is built up of thick layers of sands, occasionally conglomeratic, with clayey interbeds which become thicker and more common upwards. The sand is almost loose, moderately sorted and has a porosity

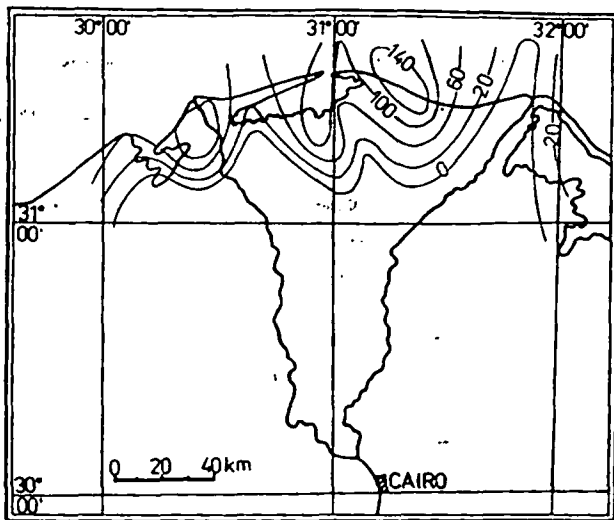


Fig. 5. Rosetta Fm. isopach map

of about 17 percent. The conglomeratic levels are more common in its lower part with thin evaporates interbeds cemented by a sandy matrix (4).

Distribution: The isopach map (24, 25, 26) shows an embayment of triangular shape (Figure 6). The contour lines are opened toward the north and run almost parallel to the present Nile branches. The thickness decreases eastwards and westwards and the shoreline (contour zero) runs along Shebin El-Kom well-1 Mit and Ghamr well-1 southward.

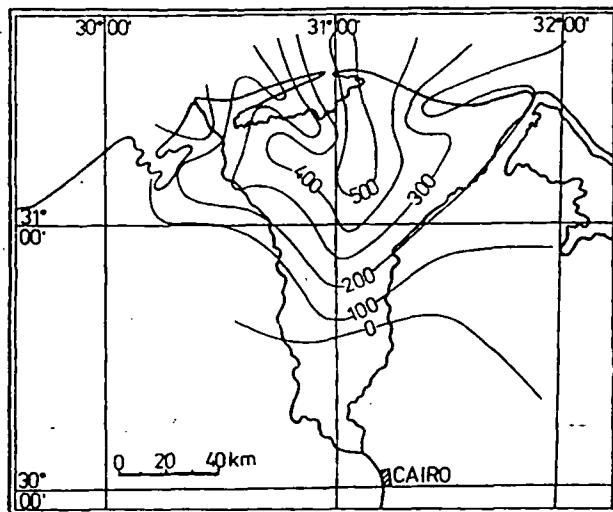


Fig. 6. Abu Madi Fm. isopach map

Sedimentary environment: The type of sediments of the Abu Madi Fm. indicates environment varying mainly from fluvial to coastal marine. These sediments seem to have been deposited in a fairly subsiding triangular basin under transgressive sea.

Economic Potentiality: This formation is the pay zone of natural gas in two fields occupying the north; the Abu Qir and Abu Madi gas fields.

The Abu Madi Gas Field: This field is located in the NE corner of the Nile Delta, some 8 kms south of the

Mediterranean coast, covering an area of about 360 km², (20 km long x 18 km wide). The field was discovered in 1976 and developed in 1975. The gas occurs in the sand bodies within the considered formation. Several levels containing gas are recorded (Level II, Level III A, Level III I and Level II, the lowest).

The latest study estimate original gas in place and recoverable reserves are: 99.35 Billion Standard Cubic Meter (total amount) and 87.42 BSCM (Billion S. Cubic Meter). Commercial gas delivered from this field is feeding the Talkha fertilizer factory, the Talkha electric power station and the Mehalla textile and dyes factories (4, 9).

Abu Qir Gas Field: It is located in Abu Qir bay, 9 kms from the Mediterranean coast and about 42 km east of Alexandria, covering an area of about 88 km² (12.5 km long x 7 km wide). It was discovered in July 1969 (by PPCO). It was the first offshore gas discovery at a water depth of about 15 ms. Later, it was drilled onshore area. The thickness of the Abu Madi Fm. in the exploratory well No. 1 is 107 m (sands with clayey interbeds).

Structurally, the prominent elements are the growth faults characterized by a substantial increase in throw northwards, giving rise to upthrown and down thrown block. Most of these faults die out with depth. It is believed that they are genetically related to sedimentary processes rather than tectonic processes. Differential compaction of fine elastics associated with facies and thickness variations are the probable cause of these variable displacements. These growth faults dip in opposite of directions causing tilting and flexuring of the sediments, thus creating/giving folded structures closed along the fault zones (Figure 11).

The Abu Qir Bay is an excellent area for gas generation and accumulation (4). The gas reserves are concentrated in four sand zones: three of which upper, middle and lower are in Abu Madi Fm. The fourth lies at the top of the underlying Qawasim/Sidi Salim formation.

Current daily gas production amounts to + 70 MMCP (1.98 MMCM and + 2000 barrels of condensate (4, 5).

The gas reserves in this field are tentatively estimated to be about 3 Trillion Standard Cubic Feet (57.0 BNSCM).

Gas is feeding the Abu Qir Fertilizer factory, Abu Qir, Damanhour, Kafr El-Dawar, Mahmoudiya & Seouf electric power stations and El-Hammam cement factory. Recent studies proved double the reserves. Future constructions and drilling are in its way.

5. Kafr El-Sheikh Formation

Age: Middle Pliocene.

Type Locality: Kafr El-Sheikh well 1.

Thickness: About 700 m, it is the most thick rock-unit in the Nile Delta.

Stratigraphic Boundaries: It overlies the Abu Madi Fm., and is overlain by the Wastani Fm.

Lithologic Aspects: It is composed of shales with sand interbeds especially toward the top.

Distribution: It covers the whole area of the present delta as well as its fringes and extends further southwards. The constructed by Zaghloul et al. (24, 25, 26) isopach map (Figure 7) shows a large upright funnel shaped basin with sediments attaining max. thickness in the north along the present coast of delta about 1820 m

in Abu Madi well-4, and the thickness decreases gradually southwards and is about 100 m near Cairo. Due to the east (around Abu Hammad well-1 in the east and Khatatba well-1 in the west), that unit pinches out due to the presence of tectonic highs.

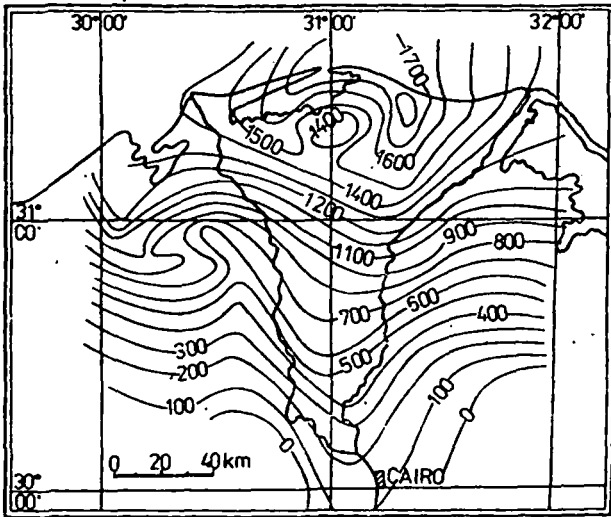


Fig. 7. Kafr El-Sheikh Fm. isopach map

Sedimentary environment: Sediments of this formation were possibly deposited in a subsiding basin under strongly transgressive sea. The top sands attain fluvio-marine characteristic (22, 23). Down-faulting has possibly occurred in early Pliocene time producing delta basin and the present Nile Valley in which the sediments of Kafr El-Sheikh Fm. were deposited.

6. The Wastani Formation

Type Locality: El-Wastani-1, NE the Delta.

Thickness: 123 m., max. thickness reaches 300 m around Kafr El-Sheikh well-1.

Stratigraphic Limits: Sediments of this formation overlies the Kafr El-Sheikh Fm. is overlain by the Plio-Pleistocene Mit Ghamr Fm.

Age: The age of this formation is tentatively assigned to the Upper Pliocene.

Lithologic Characteristics: It is built-up of thick sand beds interbedded with clays becoming less thick toward the top. The sands are quartzose with few feldspar and the clays are soft and sandy (3).

Distribution: The isopach map of this formation (Figure 8) shows a rather shallow basin. The basin has a general NE-SW trend, almost semiclosed and indicate a rather rough bottom topography with a submarine ridge seaward beyond the coast of the present delta (24, 25, 26).

Sedimentary environment: It exhibits transitional conditions between the shelf facies of the underlying Kafr El-Sheikh Fm. and the overlying continental sands of the Mit Ghamr Fm. The lithologic aspects as well as the configuration of the basin favours deposition under effective regressive sea conditions and/or emergence of sea bottom.

7. The Mit Ghamr Formation

Type Locality: Mit Ghamr Well

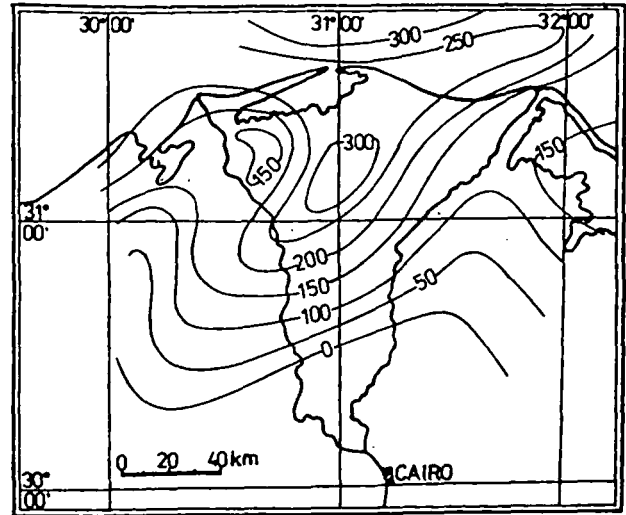


Fig. 8. Wastani Fm. isopach map

Thickness: 463 m in type section, it attains a thickness of about 975 m in SW Bilgas well-1 (not far west of Damietta Branch).

Stratigraphic Boundaries: It overlies the Wastani Fm. and overlain by the Holocene Bilgas Fm.

Age Assignment: Plio-Pleistocene

Lithology: It is composed of thick layers of sand and pebbles at its base with limited thick clay interbeds. The sands are quartzose and medium to coarse grained; the pebbles are flints and dolomites, and few carbonaceous bands occur. This formation grades to the overlying Bilgas Fm. clay with sand interbeds; rich in peat, fossiliferous (coastal or lagoonal fauna).

Distribution: The basin covered most of the present delta (Figure 9), the thickness contour lines are spread more equally with zero values southward near Cairo trending NW/SE and changing on the eastern side to become NE/SW.

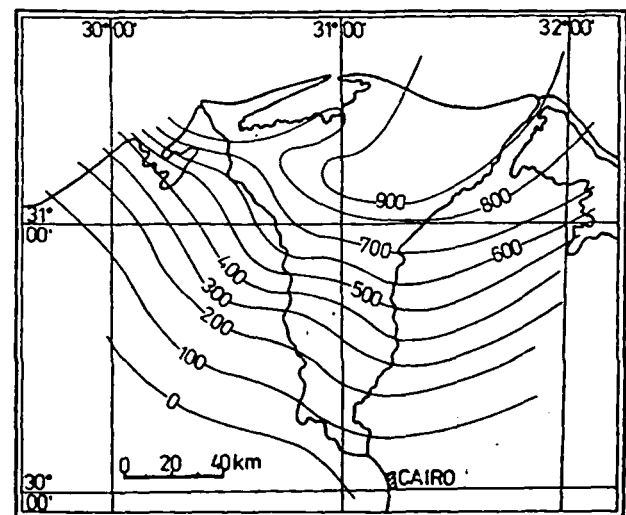


Fig. 9. Mit Ghamr Fm. isopach map

Sedimentary environment: The grain size parameters of these sediments favour beach as well as fluvio-deltaic environments (22, 23).

8. Baltim Formation

Thickness: 600 m

Age: Upper Pliocene-Pleistocene

Stratigraphic Limits: Overlies El-Wastani Fm. and overlain by the Bilqas Fm.

Lithology: Made up of alternating sands and shales with detrital calcareous interbeds. The sands are quartzose moderately sorted and cemented by calcareous matter.

Remarks: Most authors lumped this unit with underlying Mit Ghamr Fm.

9. The Bilqas Formation

Type Section: SW Bilqas-1

Thickness: 25 m thick in type section. The max. thickness recorded is 71 m in the north of Baltim-1 and 77 m in the east of Wastani-1 (Figure 10).

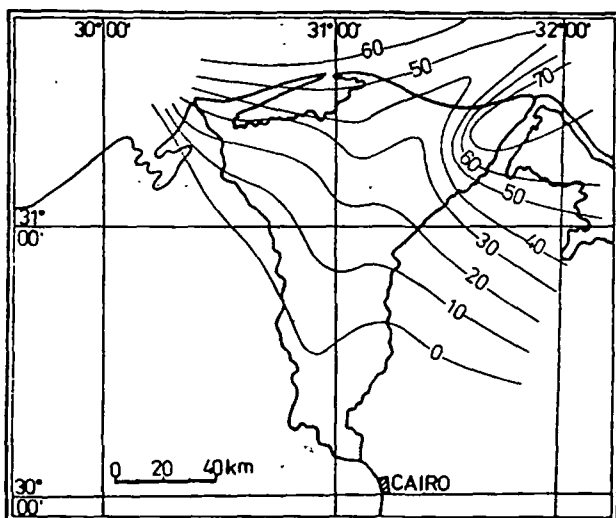


Fig. 10. Bilqas Fm. isopach map

Stratigraphy: It is the uppermost exposed subaerial deltaic unit in the sedimentary sequence of the Nile Delta region.

Age: Holocene.

Lithology: It is made up of sand interbedded with clay rich in molluscan fragments. The clays contain vegetable remains and carbonaceous matter.

Distribution: Mixed with blown sand, that formation covers the whole present Nile Delta.

Sedimentary environment: Grain-size analysis and the grain-size parameters of sands and mud from the Quaternary succession (Temesah well-2) show that the sands are of beach to fluvial origin (10).

TECTONIC SETTING AND GEOLOGIC HISTORY (FIGS 12-15)

The tectonic setting of the Nile Delta has been determined by seismic data. The present concise discussion was given by Zaghoul et al. (24, 25, 26) and Barakat (3). Among the regional structural features is the large flexure where the Upper Cretaceous-Lower Tertiary reflectors dip steeply northward along an east-west belt

through the mid-delta (Figure 11). A symmetric folds, formed in an arc that extends from northern Sinai to the Western Desert, occur to the south of the Mesozoic carbonate plateau, whereas large gravity faults are developed extensively north of it. As a result thick Tertiary strata lie to the north of this zone, and bathyal facies of Oligocene to Pliocene are also common to the north. In a tectonic sense the compressional folds reflect collision of the northward-moving Africa with another plate. The gravity-induced displacements occur on curved normal fault surfaces dipping seaward. Major displacements occurred in the Middle Miocene time, since the blocks are truncated by the Tortonian unconformity, and overlying strata are slightly by small faults in this trend. Movement is attributed to gravity forces acting on the shelf-slope basin wedge of sediment during the late Miocene regional uplift and sea-level fall.

Rifting and transformation faulting of the Red Sea and the Gulf of Suez influenced the structural trends near and offshore the Suez Canal and caused a N-S uplift through the central delta (Bilqas-Abu Madi), which deviates from the general trend of the continental margin.

Early Miocene tilted faulted blocks 4 to 8 km wide are well recognized in the eastern delta (Qantara). Similar blocks are reported in the western delta (Kafr El-Sheikh), and although tilted strata are undated, they are believed also to be early Miocene in age.

In more detail, Egypt, in general was subjected at the end of the Eocene and during the Oligocene to tectonic disturbance manifested by the rise of land and by the retreat of sea shore to the north of Cairo. The Mediterranean fault system, trending ENE-WSW including the Ruzza-Abu Hammad fault (19) as well as the Gulf of Suez and Red Sea fault system, trending NW-SE have been the result of that Palaeocene tectonic disturbance.

During Middle Miocene time, up to the Tortonian, the northern part of Egypt till the latitude of Shebin-Abu Hammad was an embayment, bordered on the south and southwest by tectonic highs represented by the cliffs of the Cretaceous and Eocene ages and rising above the Miocene Sea. A thick sequence of marine shale, clay and mud (Sidi Salim Fm.) were deposited in this embayment under transgressive sea environment. The Sidi Salim basin was controlled and delineated by the pre-Middle Miocene fault systems (16). The shallow sandy facies at top of Sidi Salim Fm., possibly indicate that pre-Middle Miocene uplift might have continued in the Late Miocene and the sea regressed toward the north beyond the present coast.

As a result of the above mentioned tectonics, supported by the idea of land tilting toward the east (18 and 15) intense alluviation by streams running from the surrounding highs in the south, southeast and west and carrying clastics to a semiclosed basin produced the Qawasim Fm. Maximum sea regression took place during the Upper Miocene leaving marginal lagoons spread on the northern part of the present delta. These were filled by evaporite and thin layers of lagoonal clay, i.e. the Rosetta Fm., with max. thickness of 152 m in Abu Madi-4.

With the advent of the Pliocene, sea transgression took place with the deposition of the Abu Madi Fm. The basin of this rock-unit has a fan-shape. Sedimentation was affected by down-faulting or possibly rejuvenation of older faults in early Pliocene which actually produced the present Nile Delta basin as well as the Nile Valley.

In Middle Pliocene times, max. transgression of the Mediterranean occurred. The sea invaded the land as far

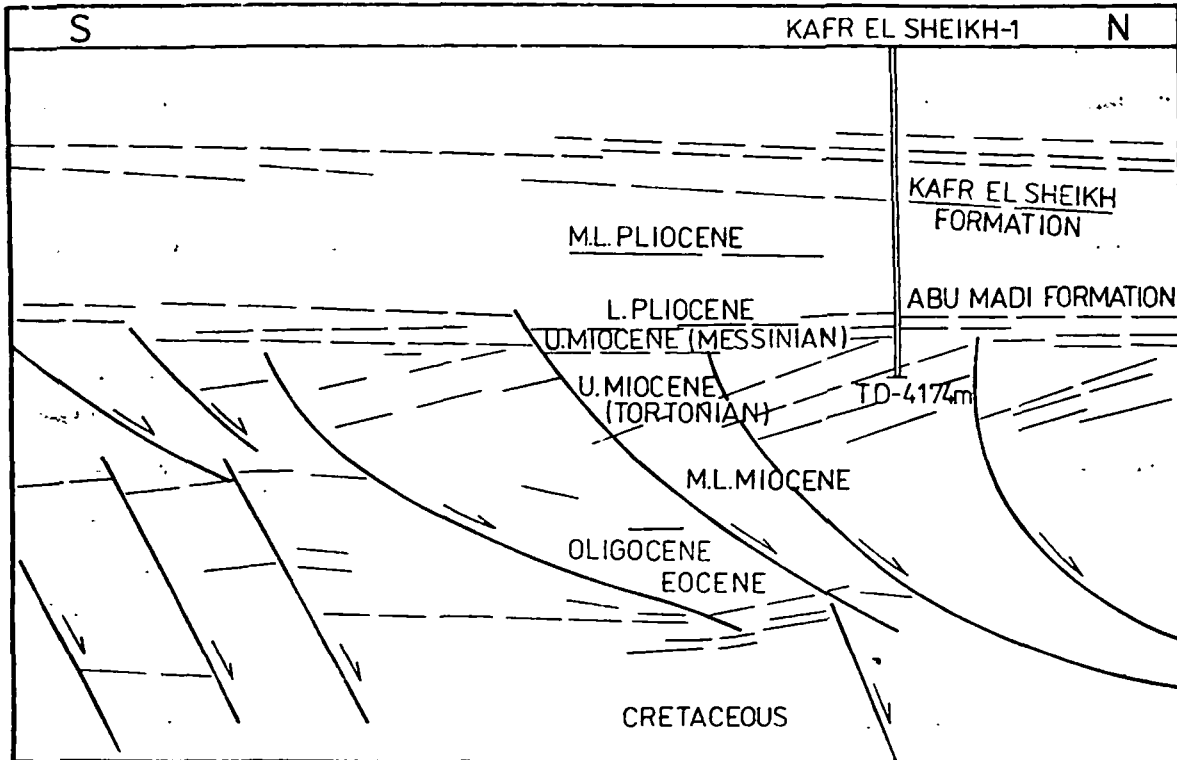


Fig. 11. Seismic Line showing curved gravity faults with landward dipping blocks in the Northern sector of the Nile Delta (13)

as south as El-Fashn. During this transgression phase and with early Pliocene rejuvenation of older faults a thick sequence of marine shale, clay and sandy clay (Kafr El-Sheikh Fm.) was deposited all over the Nile Delta area. The southern shoreline of this funnel-shaped basin, described before, appears to be structurally controlled by elements developed in the Early Pliocene time as previously stated.

At the Pliocene end, the Mediterranean embayment again began to retreat slowly northwards, and a sequence of fluviomarine aspects (Wastani Fm.) was deposited, composed of sand and sandy shale with max. thickness of 3000 m (Kafr El-Sheikh-1). Deposition of this rock-unit appears to have occurred under effective marine regressive condition or the partial emergence of sea floor. During the Pleistocene, sea regression continued until the beginning of the Holocene. The delta area was elevated and became almost dry land. A rather thick sandy section including Mit Ghamr and Baltim formations with few conglomeratic beds was deposited (sub-deltaic, after Attia, 2). The basin of this unit mostly covered the area of the present delta and its fringes with the shoreline nearly at the present coast, but extend further southeast and southwest.

The sediments of the Bilqas Fm. (Holocene) were deposited into a differently oriented very shallow basin, and two embayments or lagoons filled with fine sediments in the north and northeast (Burullus and Manzala Lakes at present). These sediments appear to have been deposited under continental, lagoonal, fluvial and beach environments. They represent the third Holocene sea transgression phase advancing mostly from the north and northeast directions.

Field mapping of the fluvial and associated sediments of the Nile Valley and the examination of a large

number of bore-holes both deep and shallow show that it is possible to conceive of the Nile as having passed through five main episodes since the valley was cut down in late Miocene time (17). Each of these episodes was characterized by a master river systems. Toward the end of each of the first four episodes (the last is still extant) the river seems to have declined or ceased entirely to follow into Egypt. These five rivers are here termed the Eonile (Tmu), Paleonile (Tplu), Protonile (Q₁), Prenile (Q₂), and Neonile (Q₃).

According to El-Gamili (7), the Delta is termed the Nile Canyon in the Nile Delta. Based in gravity analysis, he (El-Gamili, op cit, 7), the Eonile (Tmu) Canyon becomes 14 km wide along an E-W direction across Cairo-Giza. Cairo is established on the eastern half of the buried Eonile Canyon. Giza, on the other hand, is located over the middle of this buried canyon. The inspection of the Bouguer anomalies over the Nile Delta shows a broad low gravity anomaly centring in the Nile Delta nearly between latit 30°30' N and 31°00' N. The above anomaly reflects the general geologic conditions in the Nile Delta. These include mainly the effect of the thick (about 4 km) low density (2 g/cc) deltaic sediments and the structural low of the Nile Delta Depression. This huge thickness of deltaic section is a result of the subsidence since the late Tertiary or possibly earlier governed by fault systems running mainly NW-SE and ENE-WSW. Down faulting, sediment slumping and rapid subsidence of the basin led to the accumulation of the thick deltaic sand of the Mit Ghamr Fm. (Plio-Pleistocene). However, during the late Pleistocene and Holocene, the rate of subsidence decreased; the river Nile influx was diminished. Many old shallow distributories were infilled by sand and silt during the successive annual river flood. The delta became dry land. A de-

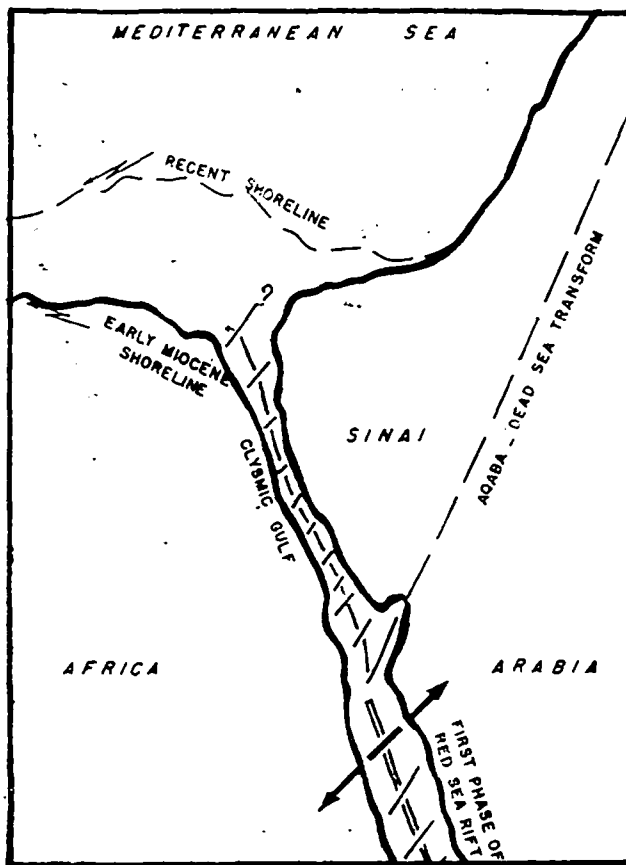


Fig. 12. Structural setting of Nile Delta and Sinai during the Early Miocene (3)

structive phase started by marine processes. This phase has been recently served by the sediment cutoff with the construction of Aswan High Dam.

GAS RESERVES OF NILE DELTA BASIN

The data tabulated below are those published by the EGPC Oil Co. (Egyptian General Petroleum Corporation, Annual Report, Cairo, 1980, in Arabic). The given reserves are changed since additional drill wells have been done. Therefore, the tabulated figures, below, is generally three times higher.

Field	Unit: Billion cubic feet		
	Primary Reserves	Cumulative Production up to 31.12.1980	Remaining Reserves
1. Abu Madi	982,075	50,648	931,427
	1220,027	30,822	1189,195
	2202,102	81,480	2120,622
Condensates: Unit: Million Barrels			
1. Abu Madi	19,240	1,154	18,086
2. Abu Qir	24,400	0,616	23,784
	43,640	1,770	41,870

Remarks: All the information and data analyzed and interpret in the present work were delivered Phillips Petroleum Co. and the EGPC Oil Corporation.

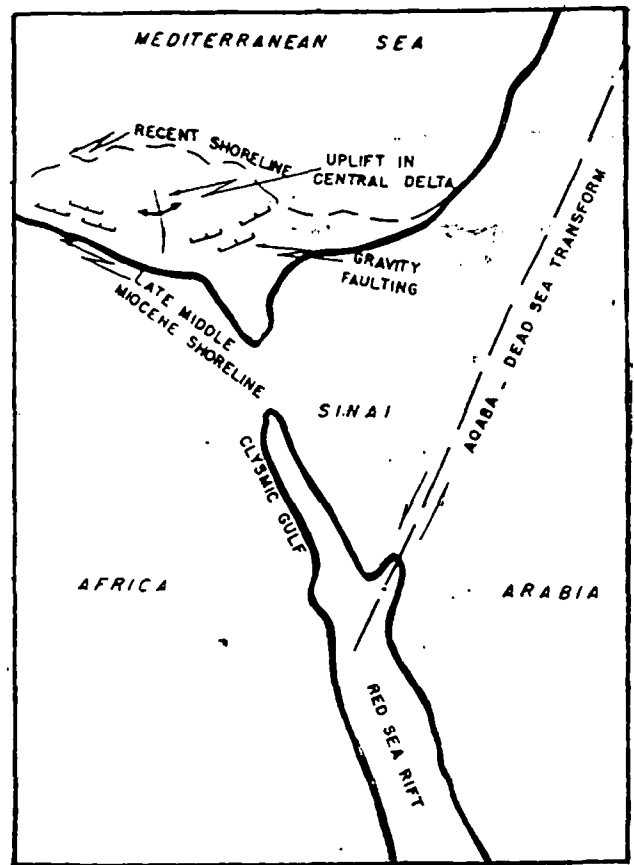


Fig. 13. Structural setting of Nile Delta and Sinai during the Late Middle Miocene (after Barakat, 1982)

APPENDIX

Age Assignment of Described Rock-Units in the Tertiary-Quaternary Nile Delta Basin

Owing to relative scarcity of fossils in the above recorded formations, the age determination as well the correlation in different localities of strata belonging to the several rock-units (Figure 2) is subject to dispute. The following is a concise remarks on the faunal contents of the Miocene. Pliocene and Quaternary formation, from older to younger:

1. Sidi Salim Fm.: Carries a rich open marine microfauna of the Early and Middle Miocene. The *Orbulina datum* which is taken by many authorities in Egypt to separate the Early and Middle Miocene cuts across the formation (17). According to Zaghloul et al. and Kora (12) the Sidi Salim Fm. is of Oligocene age.
2. Qawasim Fm.: Its fauna is rare and is recorded at certain localized horizons where the fauna is rich in number of individuals but poor in the number of species (foraminifera and ostracods) of Late Miocene age (17). In the contrary, Zaghloul et al. (1979) and Kora (12) lumped this formation with the underlying formation (above mentioned) and gave an Oligocene age. Barakat (3) assigned that formation to be Upper Tortonian to Sarmation (Messinian) in age.
3. Rosetta Fm.: (Rosetta Evaporates) non-fossiliferous, Messinian.
4. Abu Madi Fm.: Foraminifera are fairly frequent in the clay interbeds, belonging to the Sphaeroidinello-

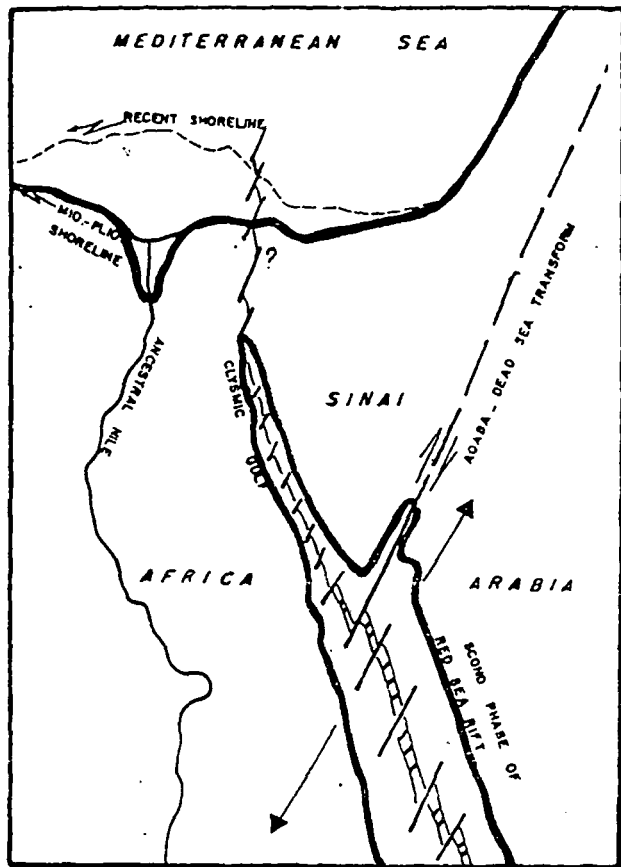


Fig. 14. Structural setting of Nile Delta and Sinai during the Mio-Pliocene (after Barakat, 1982)

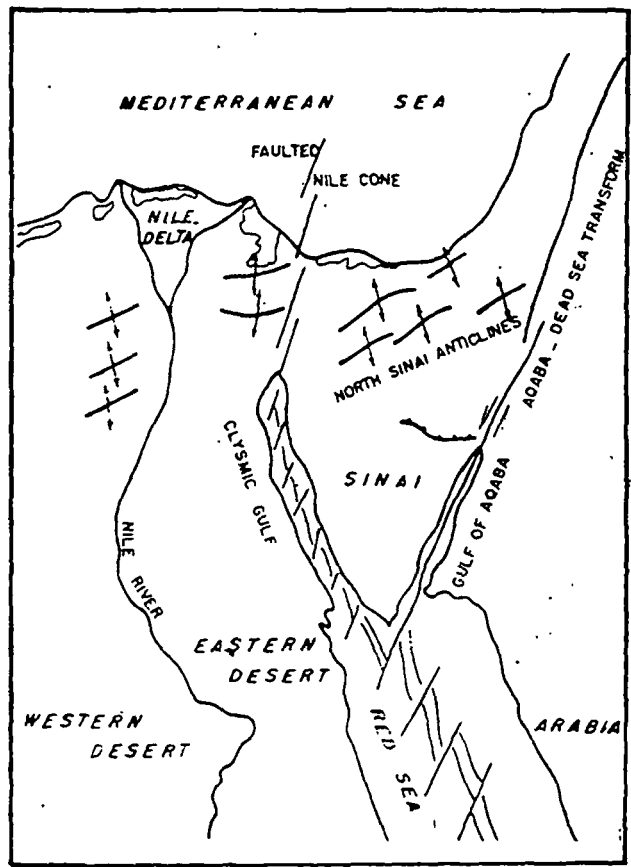


Fig. 15. Structural setting of Nile Delta and Sinai at present (after Barakat, 1982)

psis zones. In places the lower part of the formation is nonfossiliferous. The upper part is of Early Pliocene age (17). This formation is, according to Zaghloul et al. and Kora (12), dated to be Early Miocene in age.

5. **Kafr El-Sheikh Fm.:** In the northern wells this formation yields rich marine fauna of early and late Pliocene, but in the southern wells, the faunas are brackish water forms (17). On the other hand, the above mentioned authors assigned this formation to be Mio-Pliocene.
6. **El-Wastani Fm.:** A few brackish water forms were separated from the clay layers. Therefore, the age is either Middle or Lower Pleistocene (17), but according to Zaghloul et al. and Kora (12) the age is Middle Pliocene.
7. **Mit Ghamr Fm.:** Carries marine fauna in the north, but nonfossiliferous near the shoreline (in the south). The age is Middle Pleistocene (17), or Plio-Recent (12).
8. **Bilqas Fm.:** It yields recent Mediterranean molluscs, Holocene (17). According to the other above mentioned authors, its Plio-Recent. Moreover, Barakat agrees with the age mentioned by Said (17).

SELECTED REFERENCES

1. Amer, K.M., Taha, A.A. and Abu El-Maaty, M.A. (1985). Genetic interpretation of some Eocene to Pliocene argillaceous sediments in Mit Ghamr Well-1 and

Abu Hammad Well-1, east of Nile Delta Egypt. *J. Geol.*, 29, No. 1-2, pp. 90-101

2. Attia, M.I. (1954). Deposits in the Nile Valley and the Delta. *Geol. Survey, Egypt*, Cairo, 356 p.
3. Barakat, M.G. (1982). General review of the petroliferous provinces of Egypt with special emphasis on their geological setting and oil potentialities. TAP Report 83-1, Cairo University/Massachusetts Institute of Technology, 83 p.
4. Barakat, M.G. (1986). Natural gas in Egypt, its occurrence, reserves and future prospects. *Extrait de l'Égypte Contemporaine - LXXVII-ème Année-No. 406*, pp. 178-227.
5. Deibis, S. (1982). Abu Qir Bay, a potential gas province area, offshore Mediterranean, Egypt. EGPC sixth exploration Seminar, Egypt.
6. El-Ayouti, M.K. (1982). Exploration and gas discoveries in Egypt. 1/paper 4, EGPC-IEOC International Seminar on Natural Gas and Economic Development.
7. El-Gamili, M.M. (1982). A geological interpretation of a part of the Nile Valley based on gravity. *Egypt. J. Geol. Special Volume, Part 2*, pp. 88-101.
8. El-Shahat, A., Hegab, O. and Kora, M.A.M. (1980). Organic matter and carbonate of Tertiary-Quaternary subsurface sediments, west Nile Delta. *Egypt. J. Geol.*, 24, No. 1-2, pp. 165-176.
9. Fayek, R.M. (1983). Utilization of natural gas in Egypt. Cairo University-MIT, Technological Planning Program.
10. Gheith, A.M. (1985). Sedimentological and mineralogical investigation of the subsurface quaternary succession of Temesah Well No. 2, Nile Delta Coast. *Egypt. J. Geol.*, 29, No. 1-2, pp. 29-50.

11. Hanter, G. (1974). Contribution to the origin of the Nile Delta sediments. The EGPC, 4th Petroleum Explor. Seminar.
12. Kora, M.A.M. (1980). Geology of the Tertiary-Quaternary subsurface sedimentary succession, west the Nile Delta area. M.Sc. Thesis, Mansoura Univ., 250 pp.
13. Marzouk, M.A. (1981). Subsurface geological and geophysical studies in the northern area of the Nile Delta. M.Sc. Thesis, Geol. Dept., Faculty of Sci., Alexandria Univ., 277 p.
14. Rizzini, A., Vezzani, F. Cococetta, V. and Millard, G. (1976). Stratigraphy and sedimentation of Neogene-Quaternary section in the Nile Delta area,
15. Ross, A.D. and Elazar, u. (1977). Structure and sedimentary history of southeastern Mediterranean Sea-Nile Cone area. AAPG Bull., Vol. 61, No 6, pp. 872-902.
16. Said, R. (1962). The Geology of Egypt. New York, Elsevier, 337 p.
17. Said, R. (1981). Geologic Evolution of the River Nile. Springer-Verlag, New York.
18. Salem, R. (1976). Evolution of Eocene-Miocene sedimentation patterns in parts of Northern Egypt. AAPG Bull., 60, No. 1, pp. 34-61.
19. Shata, A.A. and El-Fayoumy, I.F. (1970). Remarks on the regional structure of the Nile Delta. Proceeding of the Bucharest Symposium.
20. Soliman, S.M. and Faris, M.I. (1963). General geologic setting of the Nile Delta Province and its evolution for petroleum prospecting. 4th Arab Petroleum Cong. Pap. 1-17.
21. Zaghoul, Z.M.; Taha, A., Hegab, O. and El-Fawal, F. (1976). The Plio-Pleistocene Nile Delta sub-environments, stratigraphic section and genetic class. Annual of Geol. Surv., Egypt, IX, pp. 282.
22. Zaghoul, Z.M., Taha, A., Hegab, O. and Gheith, A. (1977). Microfacies studies and paleoenvironmental trends on the subsurface sediments of Kafr El-Sheikh well No. 1, Nile Delta area. Bull. No. 5, Fac. Sc., Mansoura University.
23. Zaghoul, Z.M., Taha, A., Hegab, O. and Gheith, A. (1977). On the Quaternary-Neogene cyclic sedimentation in the Nile Delta area. VI Colloquium on the geology of the Aegean Region, Athens.
24. Zaghoul, Z.M., Taha, A., Hegab, O. and El-Fayoumy, I.F. (1980). Natural gas potentialities in the Nile Delta. Egypt. J. Geol., 24, No. 1-2, pp. 123-132.
25. Zaghoul, Z.M., El-Shahat, A., Hegab, O. and Kora, M.A.M. (1980). Mineralogy of the Tertiary-Quaternary subsurface sediments, West Nile Delta area. Egypt. J. Geol., Vol. 24, No. 2, pp. 165-176.
26. Zaghoul, Z.M., Taha, A.A., Hegab, O. and El-Fawal, F. (1980). The Neogene-Quaternary sedimentary basins of the Nile Delta. Egypt. J. Geol., 21, No. 1.
27. Zein El-Din, M.Y. and Marzouk, M.A. (1976). Geology and Hydrocarbon prospect's of the Nile Delta, Region, AAPG.

E P I S O D E S

ZESZYT WYDANY Z OKAZJI 29. MIĘDZYNARODOWEGO KONGRESU GEOLOGICZNEGO W JAPONII

Międzynarodowa Unia Nauk Geologicznych wydała specjalny zeszyt (vol. 14, no. 3, 1991) kwartalnika *Episodes* poświęcony geologii Japonii, która w 1992 r. była miejscem 29. już z kolei Międzynarodowego Kongresu Geologicznego. W zeszycie tym przedstawiono w 20 artykułach szerokie spektrum zagadnień dotyczących geologii Japonii.

Powierzenie Japonii organizacji Międzynarodowego Kongresu Geologicznego było niewątpliwie wyrazem uznania międzynarodowego środowiska geologicznego dla osiągnięć Japonii na polu nauk o Ziemi dokonanych w ostatnich latach. Trzeba przy tym przypomnieć, że geologia w Japonii ma stosunkowo krótką historię. Właściwie dopiero po reformie Meiji w 1868 r. Japonia rozpoczęła import europejskich i amerykańskich osiągnięć naukowych, w tym i geologicznych. Geologia jako dyscyplina umożliwiająca odkrycie i eksploatację złóż mineralnych niezbędnych dla rozwoju ekonomicznego kraju należała do nauk docenianych przez sfery rządowe. W eksploracji geologicznej kraju brali początkowo udział geolodzy francuscy, niemieccy i amerykańscy, a pierwszym obszarem systematycznych badań geologicznych była położona na północy Japonii wyspa Hokkaido. Pierwsza mapa geologiczna Japonii, a właściwie mapa wyspy Hokkaido w skali 1:2 000 000 powstała dopiero w 1876 r. Pierwszym uniwersytetem, który wprowadził geologię jako dyscyplinę akademicką był Uniwersytet Tokijski. Miało to miejsce w 1877 r., a pierwszym profesorem geologii był geolog niemiecki E. Naumann. Nieco później, głównie w I połowie XX wieku katedry geologii zostały utworzone na kilku jeszcze uniwersytetach a rolę wykładowców zaczęli pełnić również geolodzy japońscy. Duże

znaczenie dla rozwoju nauk o Ziemi, głównie geofizyki, miało tragiczne trzęsienie ziemi, które nawiedziło rejon Tokio w 1923 r. Odkrycie przez K. Wadatiego w 1927 r. głęboko położonych ognisk trzęsień ziemi stanowiło pierwszy i do dnia dzisiejszego znaczący wkład Japończyków do nauki światowej. Te zagadnienia omawiane są w artykule T. Sato — prezydenta komitetu organizacyjnego Międzynarodowego Kongresu Geologicznego w Japonii.

Problemy subdukcji stały się w ostatnim ćwierćwieczu jednym z zagadnień podejmowanych w pracach geologów japońskich, które osiągnęły światowy poziom. Nie bez przyczyny. Właśnie Japonia położona jest na łuku wyspowym, któremu towarzyszą strefy subdukcji poznane głównie przez S. Uyedę i jego zespół.

Japońska strefa subdukcji stanowi część pasa subdukcyjnego Zachodniego Pacyfiku, który charakteryzuje się obecnością luków wyspowych i basenów zalukowych, różniąc się tym od wschodniopacyficznego pasa subdukcji, na zapleczu którego obecne są łańcuchy górskie. Ten wschodniopacyficzny wysokostresowy typ subdukcji zwany jest typem chilijskim, gdy typ subdukcji z basenem zalukowym zwany jest typem rowu mariańskiego. W rejonie Japonii rozpoznano dwie strefy subdukcji. Wschodniojapońska strefa subdukcji obejmuje Kuryle, NE część wyspy Honshu i strefy subdukcji Izu-Bonin i Mariana. Zachodniojapońska strefa subdukcji obejmuje natomiast SW część wyspy Honshu i wyspy Ryuku. Centralna Japonia, gdzie spotykają się północnowschodni i południowozachodni luk Honshu oraz luk Izu-Bonin, który koliduje z Honshu, jest strefą bardzo silnych wstrząsów sejsmicznych. Strefa ta zwana Fossa

Magna, uważana przez niektórych autorów za aulakogen, jest obszarem silnej subsydencji i akumulacji osadów plejstocenijskich.

Ewolucję obszaru przedlukowego Japonii od kredy do holocenu przedstawia artykuł A. Taira i Y. Ogawy. Powstanie akrecyjnej przyzmy osadów, charakterystycznej cechy obszarów przedlukowych, dokumentowane jest w łańcuchu Shimanto, stanowiącym pas o szerokości około 100 km rozciągający się od centralnej części wyspy Honshu do wysp Ryukyu. Jest to największy element strukturalny wysp Japońskich a zarazem jedna z najlepiej poznanych przyzmy akrecyjnych na świecie. Strukturę tworzy melanz, na który składają się bazaltowe lawy poduszkowe, wapień pelagiczne, radiolaryty, łupki pstry, osady piroklastyczne i turbidytowe, których stratygrafia odtworzono na podstawie radiolarii dokumentując m.in. walanzyński wiek najstarszych wapieni pelagicznych spoczywających bezpośrednio na podłożu bazaltowym. Rozwój współczesnej przyzmy akrecyjnej można obserwować w strefie subdukcji reprezentowanej przez rów Nankai.

Szczególną rolę w poznaniu geologii Japonii odegrały metody biostratygraficzne oparte głównie na radiolariach czego dotyczy artykuł S. Mizutani i A. Yao. Dzięki radiolariom poznano stratyografię zarówno paleozoicznych, jak i mezozoicznych terranów budujących wyspy Japońskie. Ponad 80% japońskich prac dotyczących tych mikroorganizmów powstało w latach osiemdziesiątych. Przy pomocy radiolarii i otwornic poznano m.in. późno-paleozoiczną historię jednego z terranów SW Japonii — terranu Akiyoshi, zinterpretowanego jako struktura rafowa rozwinięta na wyspie wulkanicznej (K. Kanmera, H. Saho).

Jedną z charakterystycznych cech Zachodniego Pacyfiku są baseny marginalne. Występuje tam około 75% wszystkich basenów marginalnych znanych na świecie. Charakterystykę i modele tworzenia się basenów marginalnych omawia artykuł K. Tamaki i E. Honzy. Jednym z basenów marginalnych jest Morze Japońskie, powstałe w środkowym miocenie, o dobrze poznanej historii, które może również stanowić eksperymentalne pole dla badań paleozoogeograficznych (K. Chinzei).

W budowie Wysp Japońskich znaczącą rolę odgrywają ofiolity, które wchodzi w skład melanz lub zespołów płaszczowin. Główne okresy tworzenia ofiolitów to: ordowik, perm, jura i kreda. Główne cechy tych circumpacyficznych ofiolitów to: rozproszone występowanie, nieobecność dajek pakietowych, intensywny metamorfizm i obecność wysokociśnieniowych kumulatów, a przede wszystkim występowanie kilku generacji ofiolitów w nadległych płaszczowinach, przy czym wiek ofiolitów jest coraz młodszy idąc w dół zestawu płaszczowin (por. artykuł A. Ishiwatari).

Zagadnieniom skal metamorficznych pochodzących głównie z akrecyjnych kompleksów formujących wschodnie brzegi Azji poświęcony jest artykuł S. Banno i T. Nakajimy wskazujący na znaczny postęp w poznaniu tych kompleksów w ostatnich latach. Nowe dane biostratygraficzne, dzięki badaniom radiolarii i konodontów, oraz datowania radiometryczne pozwoliły na zweryfikowanie wieku wielu kompleksów metamorficznych. Kompleksy uważane wcześniej za prekambryjskie okazały się znacznie młodsze a jedyną skałą wieku prekambryjskiego w Japonii jest gnejs ze zlepieńca, w jurajskim kompleksie akrecyjnym, datowany metodą potasowo-argonową na 1,6 mld lat.

Petrologia skał magmowych ma w Japonii 100-letnią tradycję a szczególnym zainteresowaniem cieszą się skały wulkaniczne. Cechą petrologii japońskiej jest jej powiązanie z geofizycznymi i geotektonicznymi badaniami; ewolucji luków wyspowych (artykuł I. Kushiro). Nic w tym dziwnego, gdyż Japonia jest obszarem na którym występuje więcej niż 80 aktywnych obecnie lub w ciągu ostatnich 2000 lat wulkanów. W ostatnich 400 latach udokumentowano około 820 erupcji wulkanicznych co daje średnio 2 erupcje wulkaniczne rocznie. W ostatnich 100 latach naukowe obserwacje wykazują jednak ponad 10 erupcji wulkanicznych rocznie. Wiele z tych erupcji przynosi nie tylko straty materialne ale również ludzkie. Nie bez przyczyny w Japonii istnieją specjalne programy rządowe badań nad przewidywaniem wulkanicznych erupcji (A. Aramaki). Podobne programy dotyczą przewidywania i zapobiegania trzęsieniom ziemi pospolitym w całym circumpacyficznym rejonie sejsmicznym w tym i w Japonii. W Japonii w ciągu 1000 letniej historii stwierdzono ponad 400 trzęsień o niszczącej sile. Trzęsienia związane są z aktywnymi strefami uskoków, których rozmieszczenie i charakterystykę przedstawia artykuł T. Matsudy i Y. Kinugasy. Artykuł ten przedstawia także mapy ryzyka-wstrząsów sejsmicznych opracowane na podstawie danych o aktywności uskoków.

Inny problem Japonii to aktywne osuwiska związane z trzęsieniami ziemi, procesami wulkanicznymi oraz uwarunkowane wilgotnym klimatem obszaru położonego w subtropikalnej strefie monsunowej.

Jako kraj posiadający 39 reaktorów nuklearnych Japończycy prowadzą badania nad rozpoznaniem problemu magazynowania odpadów radioaktywnych co wymaga dokładnych i wszechstronnych badań geologicznych (tektonicznych, hydrogeologicznych) o szczególnym znaczeniu w tak niespokojnym pod względem wydarzeń geologicznych obszarze.

Kilka artykułów poświęcone jest zagadnieniom bogactw naturalnych Japonii. Japońskie złoża ropy naftowej i gazu pokrywają jedynie małą część zapotrzebowania kraju. Główne złoża węglowodorów stwierdzono w neogenicznych basenach sedymentacyjnych położonych w północnej części wyspy Honshu, wzdłuż brzegów Morza Japońskiego. Baseny te charakteryzują się obecnością tzw. zielonych tufów związanych z wulkanizmem towarzyszącym otwieraniu się Morza Japońskiego. Tufy te, charakteryzujące się dużą porowatością, są głównym kolektorem węglowodorów. Zawierają one też duże złoża Cu, Zn i Pb typu Kuroko i dlatego są przedmiotem dokładnych badań petrograficznych (M. Utada) i geochemiczno-złożowych (T. Urabe, K. Marumo). Podobnego typu złoża hydrotermalne odkryto w rowie Okinawy i luku Izu-Bonin.

Japonia jest obszarem obfitującym w źródła geotermalne. Związane jest z nimi występowanie złóż złota eksploatowanych już od 1460 r. Geotermalna aktywność w Japonii ściśle jest związana z późnokenozoicznym wulkanizmem (artykuł E. Izawy i M. Aoki). Wiele złóż hydrotermalnych zawierających Sn, W, Mo, Fe, Cu-Pb-Zn, Au-Ag, Sb, Hg związanych jest ponadto z granitoidami wieku jurajskiego, kredowo-paleogeńskiego, bądź miocenijskiego (artykuł S. Ishihary i A. Sasaki).

Przygotowany zeszyt *Episodes* stanowi niewątpliwie cenną informację o geologii japońskiej i warty jest bliższego przestudiowania.

Józef Wieczorek



GEOLOGICAL PROBLEMS OF NORTH-WEST AFRICA

PAPERS FROM THE CONFERENCE IN KRAKÓW, POLAND, 23 AND 24 APRIL 1991

PREFACE

The papers in this special section were presented at the Conference "Geological Problems of North-West Africa," which was held in Kraków, Poland, on 23 and 24 April 1990. The principal Convenor was A.K. Tokarski and the Co-convenors were Marek Lemberger and Marek Nieć (Academy of Mines, Kraków). The conference was sponsored by: Polish Geological Society, Polish Academy of Sciences, and Concern GEOPOL in Warsaw. The aim of the conference was to discuss recent results of Polish geological and geophysical investigations in NW Africa. The conference was a success, with active and fruitful discussions. Twenty three oral presentations were made with good attendance.

It should be regretted that some of the papers which were presented at the Conference were not offered for publication here for various reasons. The papers which were presented but not reproduced here were:

Zdzisław Augustyn¹ and Marek Nieć² (¹: Przedsiębiorstwo Geologiczne, Wrocław, ²: Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH, Kraków), Porphry-molibdenum mineralization in Eglab massif (West African craton)

Henryk Biernat, Stanisław Maksiak and Antoni Parecki (Przedsiębiorstwo Geologiczne, Warszawa), Iron ore deposits of Ouenza group in NE Algeria

Andrzej Grocholski¹ and Krzysztof Korol² (¹: Stacja Dolnośląska PIG, Wrocław, ²: Przedsiębiorstwo Geologiczne, Warszawa), Hematite deposits in Ouenza—Bou Kadra region (NE Algeria)

Marek Lemberger (Międzyresortowy Instytut Geofizyki AGH, Kraków), Tectonic interpretation of aeromagnetic map of Eglab massif (West African craton)

Włodzimierz Jerzy Mościcki (Międzyresortowy Instytut Geofizyki AGH, Kraków), Geophysical investigations along the contact between West African craton and Panafrican platform in Central Sahara

Jacek Motyka (Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH, Kraków), Landslide mechanism in the active seismic region of Chlef (N Algeria)

Jacek Motyka and Stanisław Witczak (Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH Kraków), Chemistry of underground waters in northern border of Chlef Valley in region of Chlef (N Algeria)

Marek Nieć (Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH, Kraków), Metallogeny of Eglab massif (West African craton)

Andrzej Paulo (Instytut Geologii i Surowców Mineralnych AGH, Kraków), Volcano-sedimentary manganese-arsenic ore deposit in Guettara region (Ougarta Range, NW Africa—Algerian Sahara)

Jan Przybyłek (Przedsiębiorstwo Geologiczne, Ośrodek w Poznaniu), Regeneration of underground water in Sahara

Jan Przybyłek (Przedsiębiorstwo Geologiczne, Ośrodek w Poznaniu), Sahara—vestiges of Neolithic past

Ryszard Sałaciński (Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski), Pb-Zn mineralization in East Saharan Atlas

Ryszard Sałaciński (Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski), Problem of genesis of Pb-Zn deposits in East Saharan Atlas

Józef Stajniak (Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych, Warszawa), Polish geophysical investigations in N Africa

Janusz Szalajdewicz (Przedsiębiorstwo Geologiczne, Wrocław), Tungsten mineralization in Eglab massif (West African craton)

Editor

*Antoni K. Tokarski
Zakład Geologii Dynamicznej
Polskiej Akademii Nauk
Senacka 3, 31-002 Kraków*

PRECAMBRIAN EVOLUTION OF THE OUGARTA RANGE (NW AFRICA, ALGERIAN SAHARA)

The Ougarta Range is situated in the northwestern part of the Algerian Sahara, between 28°30' and 30°00' N, and 1°00' and 4°40' W. Within the structural framework of NW Africa (Fig. 1), the Ougarta Range is situated in the complex elongated tectonic zone, extending from the AntiAtlas in northwest, through the Ougarta to NW Hoggar and continuing towards the south along the western margin of the Hoggar and Adrar Iforas to the Upper Volta Basin. Many researchers (Leblanc, 1972, Black, 1978; Caby, 1978; Fabre et al., 1982) have interpreted this zone as a continental suture, the result of the Late Precambrian collision of the passive margin of the West African craton with the active margin of the continent referred to as the Pre-Panafrican Platform.

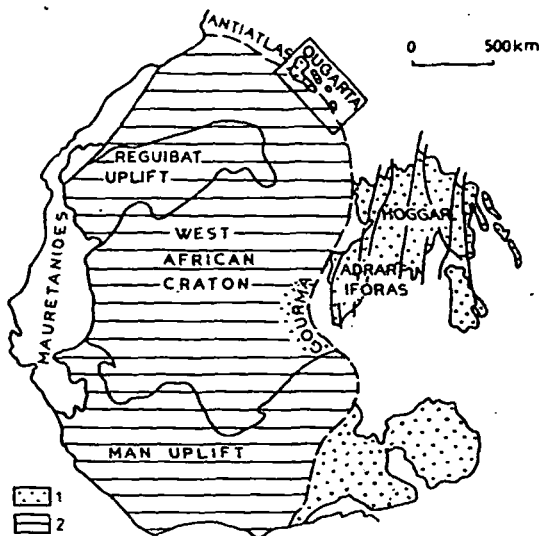


Fig 1. Location of the Ougarta structure in NW Africa
1—Panafrican belt, 2—West African Craton

The studies along the eastern margin of the West African craton provided strong evidence for this interpretation. The existence of two pre-collisional palaeogeographical realms during the Panafrican cycle was documented geochronologically in the AntiAtlas (Leblanc, 1972). The collisional stage is documented there by ophiolites, obducted on the craton margin. In the western Hoggar and Adrar Iforas this collision is marked by a suture, revealed by a positive gravity anomaly 2,000 km long (Ly, 1979) and by nappes including rocks in high pressure/low temperature facies thrust over the western and southwestern foreland (Caby, 1978).

No evidence of the Precambrian structural evolution has been hitherto found in the Ougarta Range. It is

probably for this reason that the range was omitted in the literature on the Panafrican orogenic zone. The results of the studies by Polish geologists in 1980–1984, thought only the simplest working methods were used, permitted to attempt a reconstruction of the structural development of the Ougarta Range in the Panafrican orogenic cycle as well as a correlation of the Precambrian rocks of the Ougarta Range with the dated rocks in the neighbouring areas (Fig. 2).

The Precambrian rocks in the Ougarta Range are known from few outcrop zones and some shallow boreholes. Mapping in the Precambrian outcrop zones, supported with the petrographical and geochemical studies, resulted in the distinction of four rock associations:

- sedimentary rocks association,
- andesitic-basaltic association,
- greywacke-andesitic association,
- rhyolitic association.

Some of these associations include intrusive rocks—subvolcanic massives, dikes and sills. Plutonic intrusions are unknown in the Ougarta Range.

Sedimentary rocks association is represented by psammitic and pelitic clastic rocks, of plagioclase greywackes composition, with up to 20% of quartz. They include intercalations of carbonate rocks and some jaspers. They are microscale parallel and cross-laminated; the limestones display stromatolitic structures. The shape, size and amplitudes of the structures may indicate that they were deposited in supratidal and intratidal conditions—comparable to a continental shelf. The rocks of this associations strike N 110 and dip at 10 to 30°. The metamorphism of these rocks is slight, expressed in the formation of scaly minerals.

The andesitic-basaltic association is built of basic lavas and pyroclastic rocks. A nearly complete suite of basic rocks typical of Bowen reaction series was found here. These are mesocratic and melanocratic rocks, from picrites through clinopyroxene andesites with basaltic hornblende. Most of the petrographical types occur also in lava breccias, explosive breccias and agglomeratic lavas. Basic pyroclastics include lithotuffs which predominate over crystallotuffs. The rocks of this associations belong to various facies: proximal to volcanic centres—lava flows, as well as distal facies—agglomeratic lavas and tuffolavas. Most rock types feature uninterrupted process of crystallization, only few of them have features of rocks formed in intratelluric conditions. The rocks of this association include 46 to 56% SiO₂, are normally alkaline and subalkaline, sodium-potassic, low and moderately aluminous, strongly ferruginous. The complete section of this association cannot be reconstructed, there were undoubtedly several volcanic episodes, usually terminating with sedimentary bodies. In a structural plan

the most common are latitudinal strikes, dips 20 to 30°, steeply dipping joints striking N 165–180°, N 0–25°, and N 90–110°. All rocks are polymetamorphosed. Metasomatic alteration is superimposed on low-grade epizonal regional metamorphism.

Greywacke-andesitic association is a stratified complex, built in 60% of sedimentary, mostly detrital rocks and in 40% of volcanic rocks (lavas and pyroclastics). Repetitive successions of sedimentary and volcanic rocks indicate that these rocks form a common space-temporal paragenesis, flysch with volcanic intercalations. The exposed section of this association, c. 10,000 m thick, includes several characteristic members of greywackes, andesites, and alternating greywackes and volcanics. The greywackes have lityte composition with few feldspars, with quartz content from 10 to 20% (increasing towards the younger members). Mineralogical maturity index equals 0.9 to 0.2. These are therefore very immature rocks, such as those originating from island arc destruction. Andesites are calc-alkaline rocks with a tendency to alkalinity. They contain spherical textures which may indicate their subaqueous origin. Metamorphism of rocks of this association is slight, expressed by the presence of secondary minerals indicative of a very low metamorphic grade. The structure of this rock assemblage is completely different from the earlier described. These rocks are folded, fold axes are striking NW–SE, with strata dipping 45–90°.

The rhyolite association is an assemblage of neutral rocks on the verge of acid ones, and acidic rocks—lava flows and pyroclastic rocks. Lava flows and ignimbrites dominate. These are leucocratic rocks, with SiO₂ content from 61 to 74%, they are normal or sub-alkaline with a tendency to alkalinity in the youngest lava flows, sodium-potassic, moderately ferruginous. The rocks of this association form lava flows, locally extrusions and dikes. They strike N 130°; the steeply dipping joints strike N 140° and N 40–70°. These rocks do not display metamorphism.

Contacts between the associations may be observed only exceptionally. In one of the exposed zones, the contact of the andesitic-basaltic association with the rhyolitic association displays a distinct unconformity. The unconformity is manifest in different strikes of strata and different systems of joints. It is marked by red regolith covered in places by conglomerate bodies.

The mode of distribution of the individual associations is essential for the reconstruction of the Precambrian structural evolution of the Ougarta Range. The association of sedimentary rocks and the andesitic-basaltic association occur only in the SW part of the range, in the outcrop zone Oued Damrane, ca. 350 km² in area. Sedimentary rocks are exposed here from beneath the waning lava sheets. The andesitic-greywacke association is known from an outcrop zone of 250 km² in area at Sebkh el Melah, in the NE part of the Ougarta range. The rocks of the rhyolitic association occur in many exposures, especially in the NW part of the range. This mode of distribution of the Precambrian rocks is confirmed by the results of geophysical investigations.

A twofold division of the Ougarta into the northeast and southwest areas is clearly manifest in the map of magnetic field. By reference to the geological data these may be interpreted as two separate palaeogeographical areas—the NE area with flysch and associated andesites at Sebkh el Melah, which may be interpreted as an oceanic trench of the Panafrican zone. The type of rocks and the structures may be correlated with analogous deposits in the northern part of the Anti-Atlas and with the so called "green series" of the Hoggar, also formed in an oceanic trench (Fig. 2). The age of these deposits may be accepted by analogy as PII–III (the lower part of the Upper Precambrian), i.e. formed before the terminal phase of the Panafrican orogeny. The SW area (documented by the Oued Damrane area) should be interpreted as a margin of the West African Craton. The oldest deposits of the association of sedimentary rocks indicate continental shelf. The tectonic activity during subduction is related with basic volcanism, calc-alkaline—subaerial, firstly of fracture type, later passing to central eruptions. The further compression resulted in weak fracturing; the hypabyssal bodies and dolerite intrusions as well as regional metamorphism can be related to the fracturing. The rocks of the andesitic-basaltic association would thus be synchronous with the greywacke-andesitic association, but both were formed in completely different conditions.

It is difficult to reconstruct the collisional stage in the structure of the Ougarta Range. Undoubtedly the volcanic eruptions cease for a short period of erosion marked by red surfaces and conglomerates. This is followed by the last phase of acidic volcanism—rhyolite association and metasomatic alternation. This is already a post-orogenic volcanism which begins the platform period of the evolution of the Ougarta Range.

REFERENCES

- Black R., 1978. Propos sur le Pan-Africain. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 20: 843–850.
- Caby R., 1978. Paléogéodynamique d'une marge passive et d'une marge active au précambrien supérieur. Leur collision dans la chaîne Pan-Africaine du Mali. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 20: 857–861.
- Fabre J., Ba H., Black R., Caby R., Leblanc M., Lesquer A., 1982. La chaîne pan-africaine, son avant-pays et la zone de suture au Mali: 1–85. *Direct. Nation. de la géologie et des mines*. Bamako.
- Kurek S., Preidl M., 1987. Le Précambrien des chaînes d'Ougarta (Sahara Algérien). sa place dans la structure de l'Afrique du Nord-Ouest. In: G. Matheis & H. Schandemeier (eds) *Current Research in African Earth Sci.*: 61–64. Balkena.
- Leblanc M., 1972. Un complexe ophiolitique dans le Précambrien II de l'Anti Atlas (Maroc). *Notes Serv. Géol. Maroc* (236): 119–144.
- Ly S., 1979. Etude gravimétrique de l'Adrar des Iforas (NE Mali). *Thèse Doct.-Ing.* Bamako.

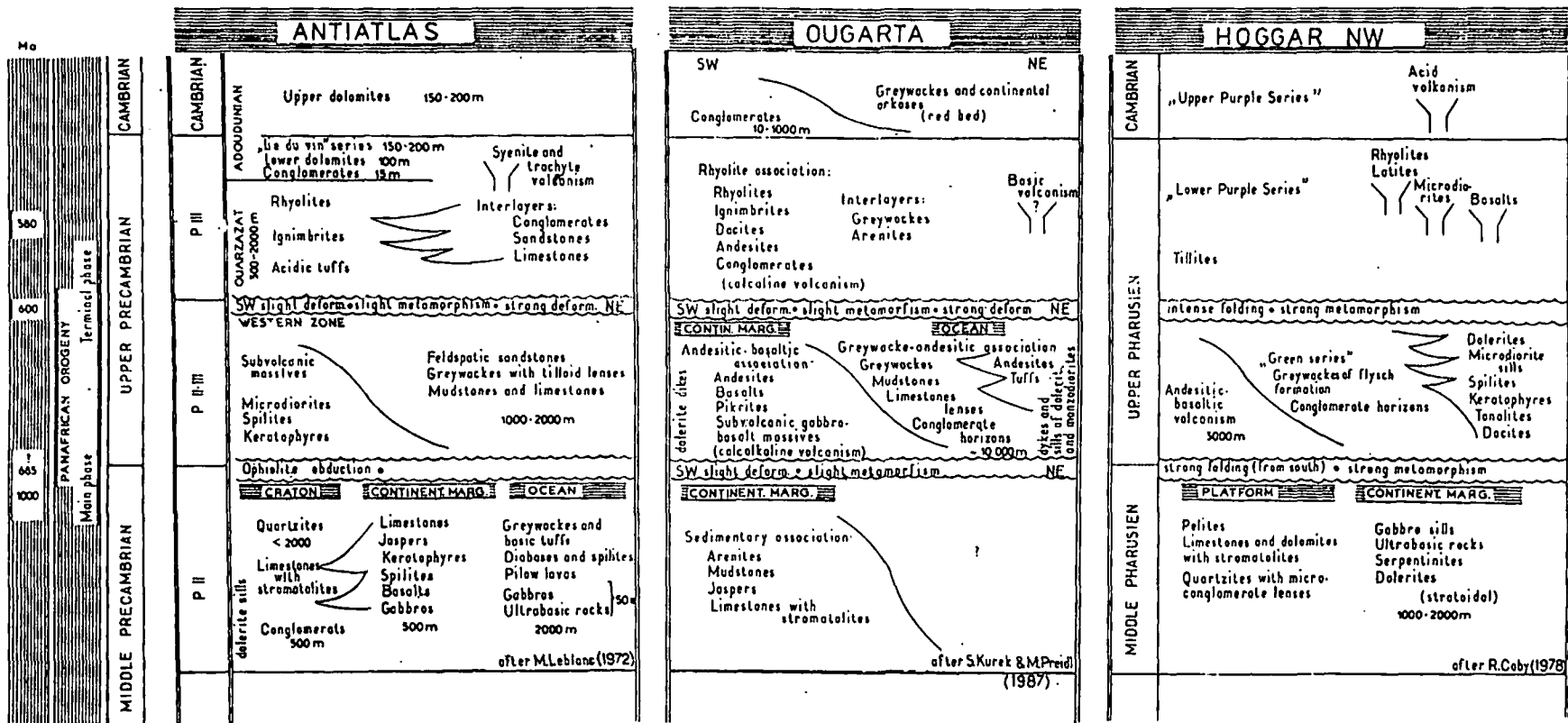


Fig. 2. Tentative correlation of the Precambrian in the Ougarta structure

LITHOLOGY AND SEDIMENTATION OF CAMBRIAN ROCKS IN THE OUGARTA MOUNTAINS (NW AFRICA, ALGERIAN SAHARA)

INTRODUCTION

The Ougarta Mountains are a range of hills (450–750 m above sea level), extending for about 150 km in the direction NW–SE, and situated between the Sahara Atlas in the north and the Tanezruft plain in the south.

The Cambrian rocks of the Ougarta Mountains were deposited during the closing stage of the Panafrican orogenic cycle. They are alluvial deposits 1,000–2,000 m thick, several times flooded by sea, lying on Upper Precambrian volcanic rocks or folded flysch and covered with Ordovician rocks. The Cambrian rocks of the Ougarta Mountains were described by Poueyto (1951, 1952), Destombes (1963), Arbery and Caby (1966), Beuf et al. (1971), Chikhaoui and Donzeau (1972), Donzeau in Fabre (1983), and Bouima (1986). These papers give fragmentary information, concerning small areas, on the sedimentation of the Cambrian deposits.

A group of Polish geologists prospected for copper deposits in the Ougarta Mountains in 1980–1984. Besides the present authors the group included Maria Preidl, Bogdan Kisielewski, Stanisław Rogoż, Józef Lassak, and Ludwik Szostek. The Cambrian rocks were studied in 86 sections, from several hundred metres to 10 km long. The material collected during the profiling is sufficient for a complete description of the variability of studied rocks and for the palaeogeographic reconstruction of depositional conditions of the first sediments postdating the Panafrican orogeny.

LITHOLOGY

The studies were done in four areas (Fig. 1): Ben Tadjine structure on W (A, B in Fig. 1), Kahal Tabelbala pericline on S (C), Sebkh el Melah anticline on E (D), Bou Kbaissat brachyanticline on N (E). Six lithofacies have been distinguished.

Conglomerate lithofacies corresponds to the Ben Tadjine conglomerates distinguished by Poueyto (1951, 1952) and attributed to the Georgian. This is a complex of sandstones with thin packages of clays; its characteristic feature is the presence of thick beds of conglomerates.

The sandstones are red, fine-grained and medium-grained, thick-bedded, cross-laminated. Large-scale tabular and wedge-shaped sets of cross strata predominate, though there are also some great-scale sets (up to 10 m). Red mud-balls are common, mud curls occur

sporadically. The petrographic composition of the sandstones corresponds to lithic arenites with predominance of magmatic rock fragments.

Conglomerates are concentrated in the lower and upper part of the section, they make up 3 to 80 percent of the complex thickness. In the south the diameters of the rounded clasts attain 60 cm and they decrease to 1 cm towards NW. Clasts of rhyolites, andesites, tuffs, sandstones and quartzites as well as vein quartz occur in varying proportions in all areas.

Granite clasts are limited to the southern and western parts of the studied area (A, B, C).

The thickness of the conglomerate lithofacies decreases towards north-east (Fig. 2a) from 900 m to only a few metres.

Palaeotransport azimuths in sandstones display unimodal distribution indicative of supply from south-east. The material was transported towards the north and north-west by braided rivers. The conglomerates result from lateral supply in the form of alluvial fans situated at the feet of a mountain range lying on the south (Figs 2 and 3).

Lithofacies of greywackes and red arkoses is an equivalent of the Sebkh el Melah arkoses attributed to the Georgian (Poueyto, 1951). These are thin-bedded and medium-bedded sandstones horizontally and cross laminated with mud balls, in many places imbricated. The sandstones are sublithic and lithic as well as subarkosic and arkosic arenites. Poorly discernible dwelling tubes of *Scolithos* assemblage were found in the Bou Kbaissat area (E). There and in the area of Sebkh el Melah (D) occur also finely laminated lenses composed of hematite alternating with sandstone. These lenses are interpreted as lake deposits.

The thickness of the complex increases to the north-east (Fig. 2a, b) from 100m (B, C) to 300 m (D, E). The palaeotransport directions have bimodal distributions in the north and unimodal in the south, generally indicating the supply from the south-east.

The discussed lithofacies in the southern part of the studied area was laid down by braided rivers, and in the northern part by meandering rivers. The laminated hematite indicates the occurrence of lakes in the north; the presence of *Scolithos* points to marine influence in the area situated farthest to the north-west.

Lithofacies of greywackes and arkoses with *Scolithos* horizons together with the overlying Cambrian sediments appears to correspond to the Ain

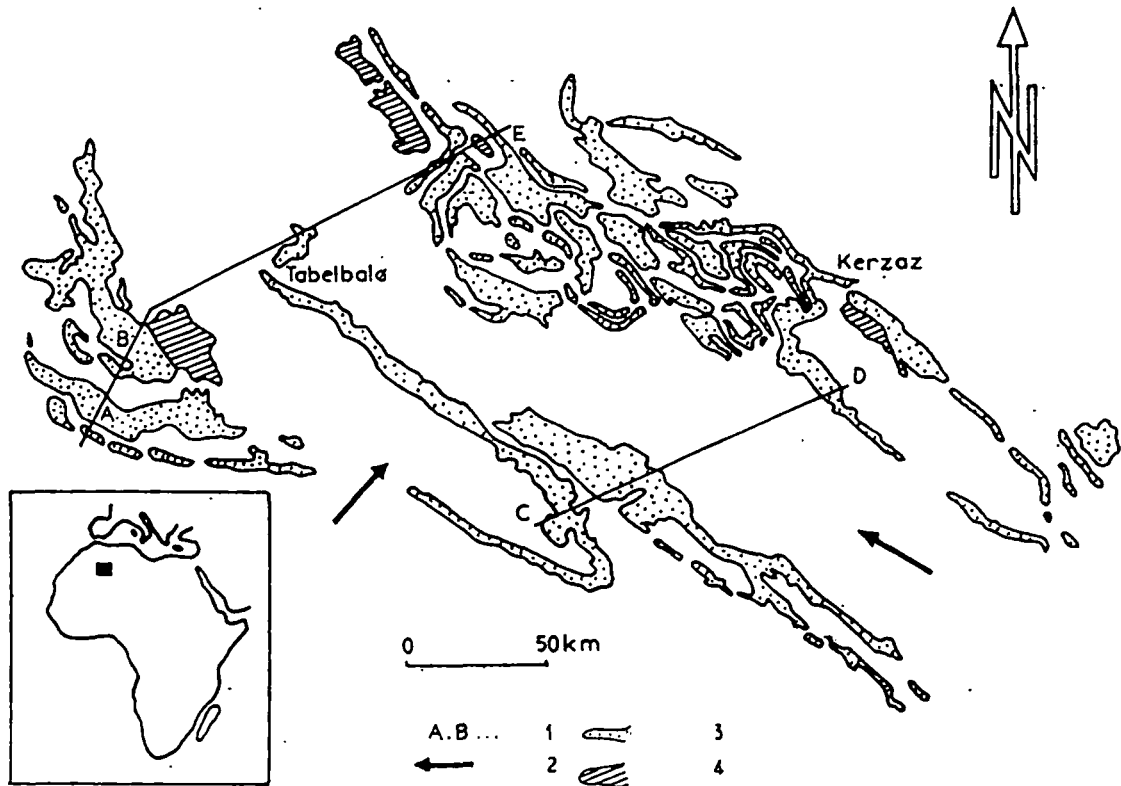


Fig. 1. Location scheme

1—areas of investigation, 2—palaeocurrent directions, 3—Cambrian outcrops, 4—Precambrian outcrops

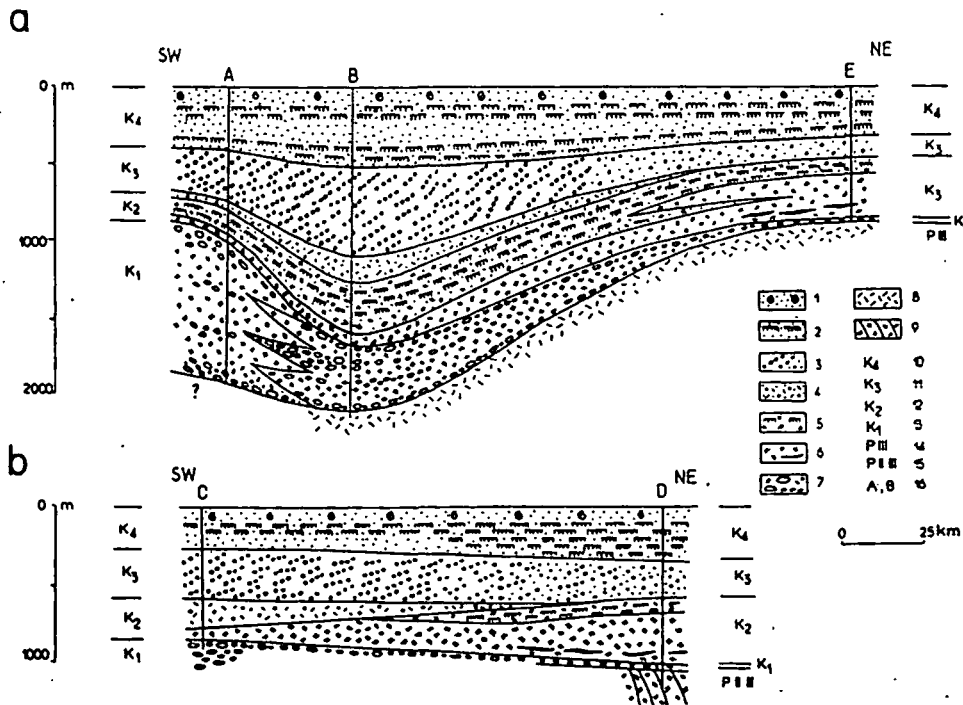


Fig. 2. Lithofacies cross-sections of the Cambrian (location on Fig. 1)

1—sandstones with *Lingula*, 2—quartzitic sandstones with *Scolithos*, 3—quartzitic sandstones with fine gravels, 4—polymictic sandstones, poorly sorted, 5—greywackes and arkoses with *Scolithos*, 6—red greywackes and arkoses, 7—conglomerates, 8—rhyolites (Upper Precambrian), 9—flysch (Upper Precambrian), 10—Upper Cambrian, 11—Middle Cambrian, 12, 13—Lower Cambrian, 14, 15—Upper Precambrian, 16—studied areas.

the south-east. At the beginning of its development alluvial fans were very active at the south-west margin of the plain. Volcanic rocks dominated in the source area (Fig. 3a).

An analysis of variations in grain-size of sandstones indicates the presence of two grain-size cycles. The first one ends with the facies of polymictic, poorly sorted sandstones. The second cycle embraces the two lithofacies of quartzitic sandstones. The boundary between the cycles corresponds to the abrupt change in mineral composition manifest in the disappearance of feldspars and rock fragments. On the other hand, roundness varies gradually, increasing upwards.

Each cycle begins with deposition by high-energy rivers, accumulating their sediments in the area of high subsidence. At the final stage of the cycle the subsidence dominates, resulting in marine ingression. The sudden appearance of coarser and more mature material suggests a tectonic cause of the appearance of the second grain-size cycle. A new, more distant source appeared, supplying more mature and better rounded material.

REFERENCES

Arbey F., Caby R., 1966. Présence de dreikanter à la base du Cambrien de la Sebkhâ el Melah. Remarque sur la discordance du paléozoïque et sur l'âge du soubassement dans la région des Monts d'Ougarta (Sahara algérien). C.R. Sommaire Séances Soc. Géol. Fr., (2): 63-64.

Beuf S., Bijou-Duval B., De Charpal O., Rognon P., Gabriel O., Bennacef A., 1971. Les grès du paléozoïque inférieur au Sahara. Sédimentation et discontinuités. Evolution structurale d'un craton. Publ. Inst. Fr. Pétrol, Collection Sci. Technique Pétrole, 18: 1-464. Technip, Paris.

Bouima T., 1986. La gîte de Rahmani (Monts d'Ougarta, Algérie). Sédimentologie du cambrien inférieur et étude des minéralisations stratiformes cuprifères associées. Mise en évidence d'un processus de remobilisation de type roll. Lab. Géochem. Roches Sédimen., Univ. Paris Sud, Thèse: 1-211.

Chikhau M., Donzeau M., 1972. Le passage précambrien—cambrien dans les Monts d'Ougarta: Le conglomérat du djebel Ben Tadjine (Saoura—Sahara Algérien Nord-Hist Nat. Afr. Nord, 63 : 51-62. Alger.

Destombes J., 1963. Le Cambrien et la base de l'Ordovicien dans la partie orientale et méridionale du Tafilalt (Maroc). Bull. Soc. Géol. Fr., 7: 938-945.

Fabre J., 1983. Afrique de l'Ouest—West Africa: 1-396. Pergamon Pres.

Poueyto A., 1951. Contribution à l'étude des terrains paléozoïques de la Bas Daoura (Sahara occidental). C.R. Sommaire Séances, Soc. Géol. Fr., (10): 156-157.

Poueyto A., 1952. Rhyolites et grès d'Ougarta. Congr. Géol. Intern., Monograph, Région., 1(15): 25-35. Alger.

en Nechea quartzites deposited during the Acadian-Potsdamian period (Poueyto, 1951, 1952). These are thin-bedded and medium-bedded sandstones of green, grey, rarely red colour, horizontally, wavy and cross laminated in large-scale composite trough and tabular sets. They are accompanied by centimetric intercalations of green, grey, rarely red mudstones. The sandstones are sublithic and lithic arenites.

A characteristic element of this lithofacies, outside the Kahal Tabelbala area (C) (Fig. 1), are repetitive horizons with intense development of dwelling tubes—Scolithos. Bioturbation is common.

The thickness of the complex decreases towards the north-east (Fig. 2a) from 300(B) to 100 (E) m. The mostly polymodal distributions of transport directions indicate transport from the south-east by meandering river.

Lithofacies of polymictic sandstones, poorly sorted occurs only in areas A, B, C (Fig. 1) and it consists of thin-bedded, grey, green, less frequently red, sandstones alternating with mudstones. The sandstones are cross laminated with large-scale composite sets. These are sublithic arenites. The nature of stratification and the small extent of the discussed facies define it as a simple sandy rhythm, terminating the sedimentation of the lithofacies with the Scolithos horizons. The complex corresponds to the packages which separate these horizons. The complex is up to 120 m thick.

Lithofacies of quartzitic sandstones with fine conglomerates consists of light-grey, medium-bedded and thick-bedded sandstones with large-scale tabular cross-lamination. They include intercalations of conglomerates whose grain-size decreases to the north, and mud balls. Thin (few millimetres to few centimetres) horizons with Scolithos were found only in the north. The sandstones are quartz arenites.

The thickness of the complex increases to the south-west (Fig. 2a) from 150 m (E) to 600 m (B). The palaeotransport directions have unimodal distributions in the south and polymodal in the north, indicating the supply from the east. This lithofacies is a result of deposition by rivers of high energy; braided in the south and meandering in the north.

Lithofacies of quartzitic sandstones with Scolithos horizons and Lingula fauna features variable stratification, thickening towards the top. Sandstones are white, horizontally and wavy laminated. They include strongly developed Scolithos horizons as well as traces of feeding and crawling. Lingula appears in great masses at the top of the complex. The sandstones are quartz arenites.

The distribution of palaeotransport directions is polymodal, generally indicating supply from south-east. The thickness of the complex increases to the north-west from 350 to 500 m (Fig. 2).

This lithofacies was formed in a tidal flat, with increasing marine influence. The top part was laid down in shallow sea.

SEDIMENTATION (FIG. 3)

The sediments of the described succession were laid down in an alluvial plain, partly coastal plain, situated in the area of the continental Panafrican suture. The width of the plain exceeded 150 km, the plain was inclined towards the north-west, and fed with sediment from

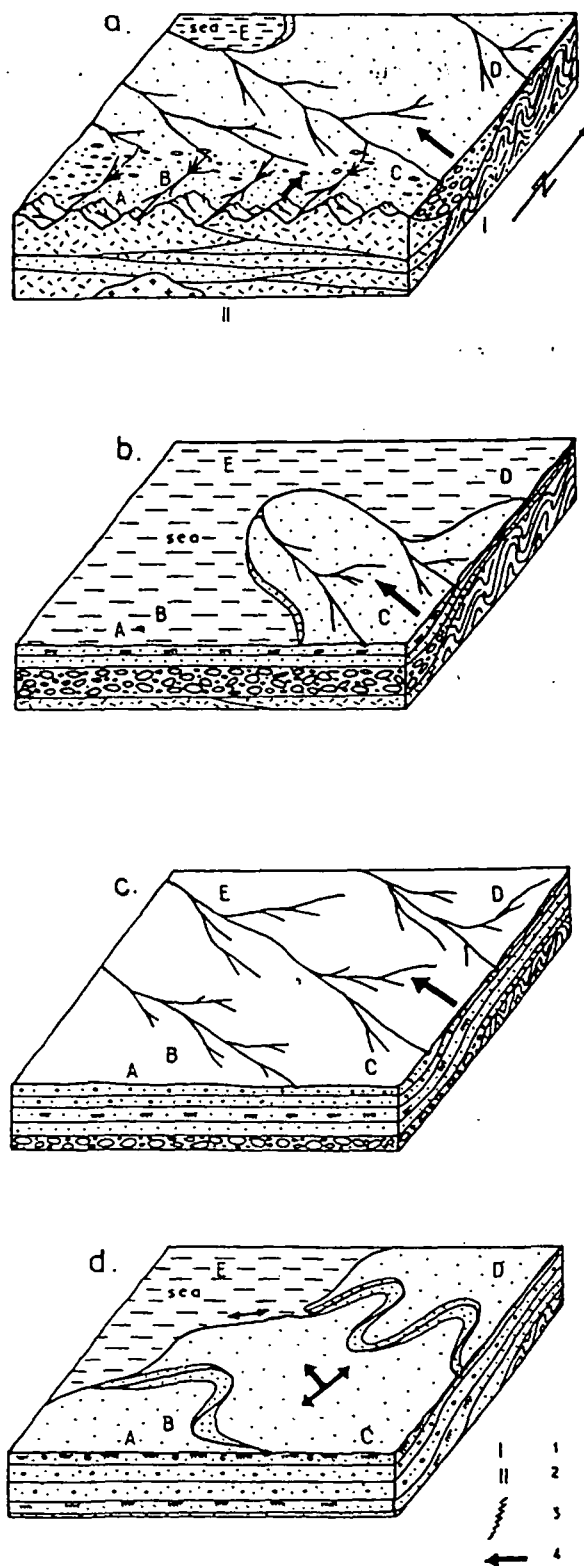


Fig. 3. Palaeogeographical schemes of Cambrian a—deposition of conglomerate lithofacies, b—deposition of lithofacies of arkoses and greywackes with Scolithos, c—deposition of sandstones with fine gravels, d—deposition of sandstones with Scolithos horizons and Lingula fauna, 1—Panafrican zone, 2—craton, 3—continental suture, 4—main directions of palaeocurrents. Lithology as in Fig. 2. A-E—studied areas (location on Fig. 1)

METALLOGENY OF COPPER IN THE OUGARTA RANGE (NW AFRICA, ALGERIAN SAHARA)

Prospection for copper in the Ougarta Range (Fig. 1) by Polish geologists in the years 1980-1984 terminated with the preparation of a geological map 1 : 200,000. The preparation of the map was preceded by extensive geological works which resulted in the determination of geological and tectonical setting of the occurrences of copper mineralization, the distinction of metallogenetic for this mineralization (Fig. 2), and the evaluation of further perspectives.

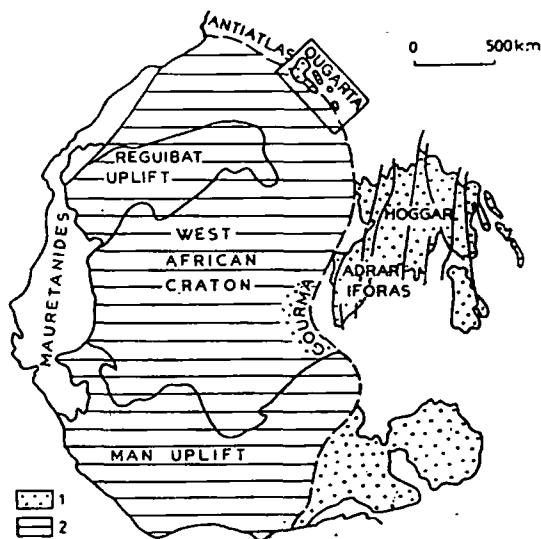


Fig. 1. Location of the Ougarta Range in NW Africa
1—Pan-African belt, 2—West African Craton

The occurrences of copper mineralization in the Ougarta Range are frequent but no economical accumulation has been hitherto found. The occurrences of the copper mineralization are related to:

- Upper Precambrian synorogenic and late orogenic volcanic formations,

- Lower Cambrian tidal-flat clastic deposits,
- Variscan and Alpine fault systems trending N 90-100° and N 30-75°.

Two types of copper mineralization have been found in the Upper Precambrian volcanic formations:

- native copper in the andesitic-basaltic association of the West African craton margin. This is a dispersed mineralization in amygdaloid lavas, with epidote and zeolites. Native copper, xenomorphic, amoeboid or drop-like in shape is accompanied by cuprite, melaconite, chalcocite, covellite, malachite. The following mineral succession is observed: native copper—cuprite—tenorite—chalcocite—covellite—malachite. The features of this mineralization indicate its primary character and this mineralization may be compared to that of the Lake Superior.

- polymetallic sulphides of copper, lead, and zinc with pyrite. This mineralization occurs in the West African craton margin in the propylitization zones in andesitic-basaltic rocks in facies proximal to volcanic centres, with accompanying hypabyssal massives. These zones are also clearly related to the areas of tectonic deformations. The ore minerals are: galenite, chalcopyrite, pyrite, sphalerite, covellite, rarely oxidation zone minerals.

The forms of copper mineralization in the Lower Cambrian include:

- dispersed copper sulphides: white chalcocite, chalcopyrite and bornite in greywacke pebbles in the lowermost Cambrian conglomerates (red beds facies),
- dispersed chalcopyrite mineralization in the tidal flat facies sandstones, overlying the red beds. This type of mineralization forms extensive oxidation zones in the desert conditions.

The copper mineralization in tectonic zones is extremely unevenly distributed and poor. It is occasionally accompanied by lead sulphides. This mineralization occurs in the form of impregnations and nests in quartz and quartz-barite veins, and in quartzified breccias.

It appears that the mineralization related to the Precambrian volcanic rocks may form economic accumulations.

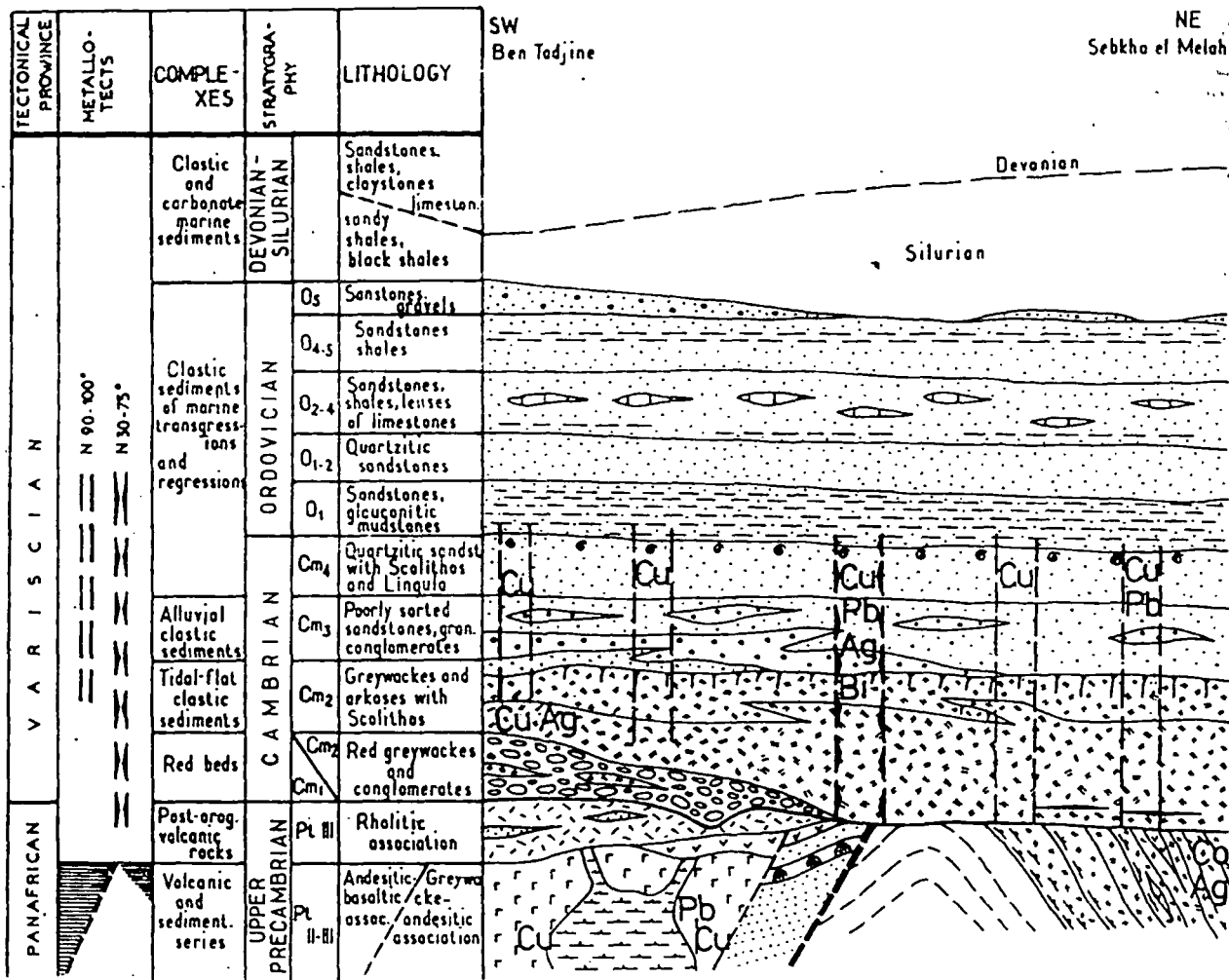


Fig. 2. Ougarta Range—Synthetic cross-section with the distribution of copper mineralization

STRUCTURAL EVOLUTION OF WEST HOGGAR AND ADRAR DES IFORAS IN THE PAN-AFRICAN OROGENY (CENTRAL SAHARA, ALGERIA AND MALI)

(A COMPILATION)

The massifs of West Hoggar and Adrar des Iforas (location in Żaba, this issue, fig. 1B) were formed in several orogenic cycles, which include the Ouzzalian (c. 2700 Ma), Eburnean (2000±200 Ma), Kibarian (1000±100 Ma), Main Pan-African (620–580 Ma), and Late Pan-African (580–530) orogenies. The Pan-African orogeny affected the whole area, resulting in its present structural pattern. The evolution and trends of Pan-African fold belts are closely related to the edges of the West African craton, which played the role of a foreland. The Pan-African orogen is of collisional type.

The sequence of tectonic phenomena during the Pan-African orogeny was as follows.

BEFORE MAIN COLLISION

1. 800–620 Ma, accretion of oceanic lithosphere (ripping); formation of an RRR-type triple junction, with the third arm represented by the Gourma aulacogen in Mali (Fig. 1A).
2. 730–620 Ma, eastward subduction below the West Hoggar and Adrar des Iforas; formation of an island arc, back-arc basin and cordillera; generation of low-potassic calc-alkaline pre-tectonic granitoids (Figs 1A and 3A).
3. 696–613 (maximum at 680 Ma). Phase D₁, hypothetical early oblique collision, SSW–NNE to N–S oriented compression, nappe emplacement towards the N to NNW, strike-slip faults and subhorizontal mylonitic zones; formation of S₁, F₁ and L₁ structures (Figs 1. 2).

MAIN COLLISION

4. 620–580 Ma (maximum at 600 Ma). Phase D₂, main collision, compression axis successively rotates from N–S through NW–SE and W–E to WNW–ESE, formation of folds and faults (structures S₂, F₂ and L₂); nappe emplacement over the West African craton, formation of high-potassic calc-alkaline late-tectonic granitoids (Figs 1B, 2, 3B, 4).

AFTER MAIN COLLISION

5. 580–545 Ma, uplift (at various times in particular regions), post-tectonic calc-alkaline granitoids.

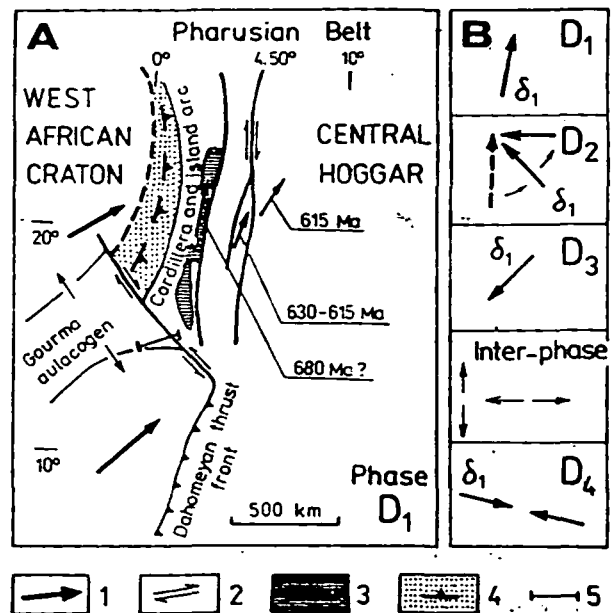


Fig. 1. Tectonic phenomena of the Pan-African orogenic cycle in the Trans-Sahara zone

A—early oblique collision D₁ (696–613 Ma) responsible for nappe emplacement (after Liégeois et al., 1987): 1—early thrusts D₁, 2—relative displacements of fault walls, 3—Eburnean granulites Môle In Ouzzal and Adrar des Iforas (3300–2000 Ma), 4—oceanic lithosphere and subduction direction, 5—location of Fig. 4. B—deformational phases (after Bertrand et al., 1984; Boullier, 1986; Boullier et al., 1986; Liégeois et al., 1987)

6. 566±8–535±6 Ma, late oblique collision, phase D₃, NE–SW compression, dextral strike-slip faults and shear zones (structures S₃, F₃ and L₃) (Fig. 1B).
7. 535±6 Ma, inter-phase. Extension, formation of veins of N–S and E–W strikes, calc-alkaline and alkaline magmatism (Fig. 1B).
8. 540–530 Ma, phase D₄, WNW–ESE directed compression, formation of complementary sets of shear fractures and strike-slip faults (structures S₄, F₄ and L₄) (Fig. 1B).
9. 520–480 Ma (“Cambro-Ordovician”), extension, deposition of the Tassili sediments, contemporaneous with graben formation, fault-related kink-faults F₅ (Żaba, this issue, Fig. 2G).

Acknowledgements. This publication was partly financed by Silesian University grant no. K-5/WNoZ/91.

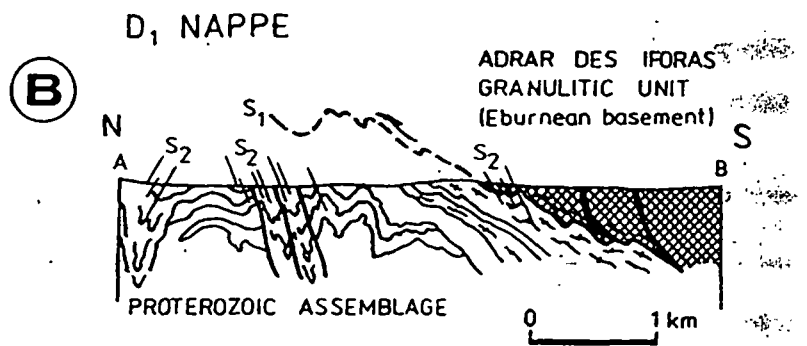
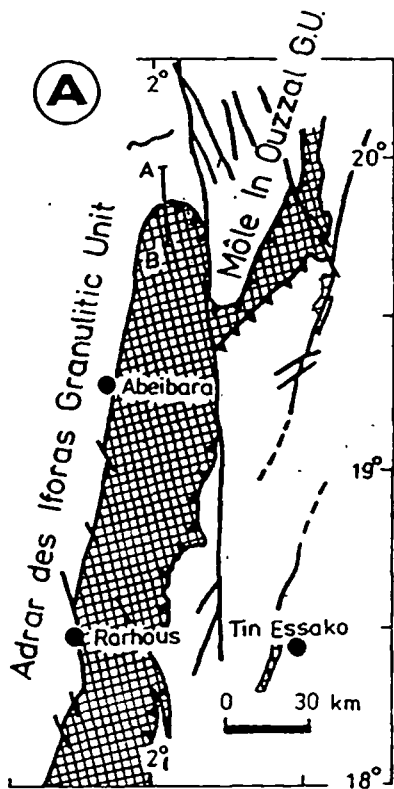


Fig. 2. A—northward thrust of Adrar des Iforas granulites (phase D₁—696–613 Ma) and B—subsequent D₂ folding (main collision—620–580 Ma) (after Boullier et al., 1978 and Boullier, 1986; simplified)

REFERENCES

- Bertrand J.M., Michard A., Carpena J., Boullier A.M., Dautel D., Ploquin A., 1984. Pan-African granitic and related rocks in the Iforas granulites (Mali): Structure, geochemistry and geochronology. In: Klerx J. & Michot L. (Eds.), *Géologie Africaine — African Geology*: 147–165. Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren.
- Black R., Caby R., Moussine-Pouchkine A., Bayer R., Bertrand J.M., Boullier A.M., Fabre J., Lesquer A., 1979. Evidence for Late Precambrian plate tectonics in West Africa. *Nature*, 278: 223–227.
- Boullier A.M., 1986. Sense of shear and displacement estimates in the Abeibara-Rarhous late Pan-African shear zone, Adrar des Iforas, Mali. *J. Struct. Geol.*, 8: 47–58.
- Boullier A.M., Davison I., Bertrand J.M., Coward M.P., 1978. L'unité granulitique des Iforas: une nappe de socle d'âge Pan-Africain précoce. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 20: 877–882.
- Boullier A.M., Liégeois J.P., Black R., Fabre J., Sauvage M., Bertrand J.M., 1986. Late Pan-African tectonics marking the transition from subduction-related calc-alkaline magmatism to within-plate alkaline granitoids (Adrar des Iforas, Mali). *Tectonophysics*, 132: 233–246.
- Caby R., Bertrand J.M., Black R., 1981. Pan-African ocean closure and continental collision in the Hoggar-Iforas segment, Central Sahara. In: Kröner A. (Ed.), *Precambrian plate tectonics*: 407–434. Elsevier.
- Liégeois J.P., Black R., 1987. Alkaline magmatism subsequent to collision in the Pan-African belt of the Adrar des Iforas (Mali). In: Fitton J.G. & Upton B.G.J. (Eds.), *Alkaline igneous rocks*. *Geol. Soc. Spec. Pbl.*, 30: 381–401.
- Liégeois J.P., Bertrand J.M., Black R., 1987. The subduction and collision—related Pan-African composite batholith of the Adrar des Iforas (Mali): a review. *Geol. J.*, 22: 185–211.

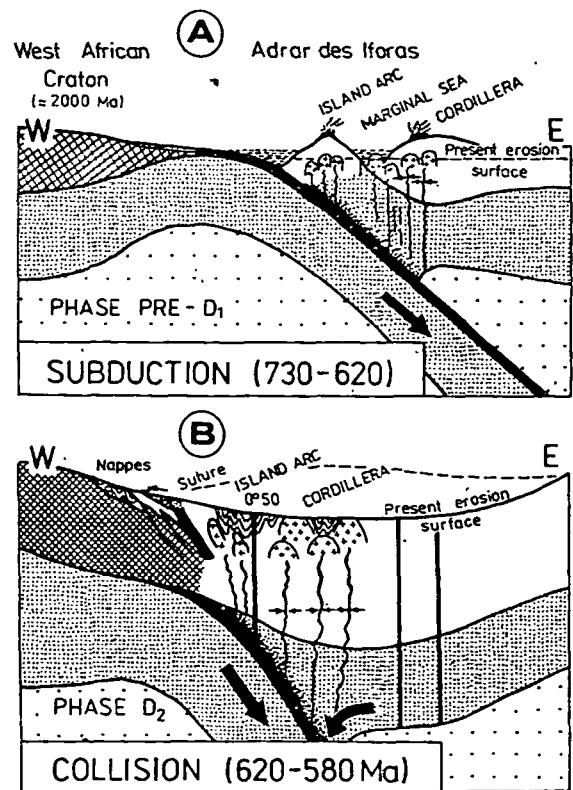


Fig. 3. Schematic evolutionary model of Adrar des Iforas in the Pan-African orogeny (after Liégeois & Black, 1987 and Liégeois et al., 1987)

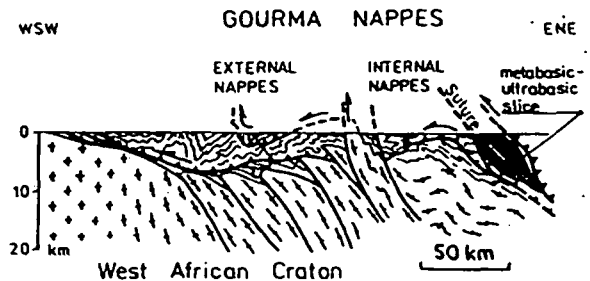


Fig. 4. Schematic geological cross-section of the Gourma nappes—phase D₂ (after Black et al., 1979 and Caby et al., 1981; simplified). Location on Fig. 1A.

THE STRUCTURE AND TECTONIC EVOLUTION OF MAJOR AMESCOR-ADRAR FAULT ZONE (WEST HOGGAR, ALGERIA)

The Amescor-Adrar fault zone is one of the most conspicuous tectonic structures in West Africa (Fig. 1A). It extends N-S for a distance of approximately 1000 km, its total length attaining 2500 km if the accompanying faults merging into the major one are taken into account. It cuts the Pharusian complex east from the West African craton. Its name is Amescor fault zone in Algeria and Adrar fault zone in Mali (Fig. 1B). In the area of West Hoggar it approximately follows the eastern boundary of the Eburnean granulitic block of Môle In Ouzal (3300-2000 Ma). The zone is accompanied by numerous narrow grabens of submeridional orientation. Their length is up to a few hundred km and width ranges between 2 to 12 km. Within the fault zone there occur foliated and mylonitized, epizonally metamorphosed basites and ultrabasites, presumably constituting fragments of an oceanic lithosphere (800-600 Ma?), and foliated as well as mylonitized volcano-sedimentary complex (dated at 600-560 Ma in Mali) (Caby et al., 1985) metamorphosed in high pressure conditions of the Barrowian greenschist facies. The metavolcanics (metarhyolites, andesites, dacites, basalts and their tuffs) are members of the orogenic calc-alkaline series. The metasediments are represented by pelites, arkosic sandstones and greywackes. The metamorphic complexes contain non-deformed, post-tectonic rhyolites, dacites, andesites, diabases and intrusive granitoids.

The activity of the fault zone took place during the Panafrican orogeny, due to a collision of the Hoggar (Tureg) shield with the West African craton. The rock complexes occurring within the Amescor-Adrar fault zone were deformed in four phases, D₂ to D₅ (Fig. 2). They correlate with deformational events distinguished by French authors over the area of Adrar des Iforas in Mali (Location in Zaba, this issue, Fig. 1B). Therefore their ages are inferred here by analogy to those from the latter region (for example: Caby et al., 1985; Boullier, 1986; Caby, 1987; Liégeois et al., 1987).

PHASE D₂

It is related to the stage of the main collision (620-580 Ma). In a compressional regime (W-E oriented compression), submeridional, mostly isoclinal folds are produced, accompanied by axial planar cleavage S₂. In places complementary sets of shear fractures develop (Fig. 2A).

PHASE D₃

It is related to the late, oblique collision, dated—together with the subsequent D₄ event—at 566-535 Ma. Due to a NE-SW oriented compression a dextral, several km wide shear zones form, taking advantage of older elements of structural anisotropy, represented by cleavage S₂. The S₃ shear zones are accompanied by minor Riedel and other types of fault-related fractures (R, R',

and P), including tension gashes (T) infilled mostly with quartz. Locally where plastic deformation prevails, S-C textures develop (Fig. 2B).

INTER-PHASE I (EXTENSIONAL EVENT)

Some fractures and fault fissures are infilled with mineral veins. Most veins follow the main, N-S striking faults (Fig. 2C).

PHASE D₃

A NE-SW oriented compression occurs again. In many localities the rocks become highly mylonitized. Many veins are deformed and dismembered. The deformation is mostly plastic. A subvertical mylonitic foliation S₃ together with S-C structures form (Figs 2D, 3). Subvertical, distinctly asymmetric intrafolial folds F₃, showing amplitudes of a few cm to several tens of meters, are also produced (Figs 2D, 4). Frequently they reveal dextral displacements along their axial planes. The magnitude of these displacements does not exceed 1 m. A local phenomenon is crenulation cleavage (normal-slip crenulation) genetically related to an evolution of densely occurring R fractures.

INTER-PHASE II (EXTENSIONAL EVENT)

Some fractures and faults are followed by veins (Fig. 2E).

PHASE D₄

Due to WNW-ESE oriented compression, numerous brittle structures of kink-band type develop (F₄ and S₄) (Figs 2F, 5, 6).

PHASE D₅ (EXTENSIONAL EVENT)

In an extensional regime numerous narrow tectonic grabens of N-S strike form (Fig. 2G). They are synsedimentary with respect to the Tassili succession, the latter being included there to the Ajjers formation ("Cambro-Ordovician"—520-480 Ma) (Beuf et al., 1971). The vertical throw on normal faults is from 360 to 500 m. Brittle, kink-like folds F₅ of amplitude from 0.5 to 3.0 m, and subhorizontal axes, often accompany the faults, as discovered in boreholes.

PEDIPLANATION

An erosion results in topographic inversion. The Tassili succession is almost completely removed, being sheltered only within grabens and forming meridionally elongated outcrop zones (Fig. 2H).

At a later epoch (Mesozoic?) the Amescor-Adrar fault zone is offset by sinistral and dextral strike-slip and oblique-slip faults of SW-NE trend.

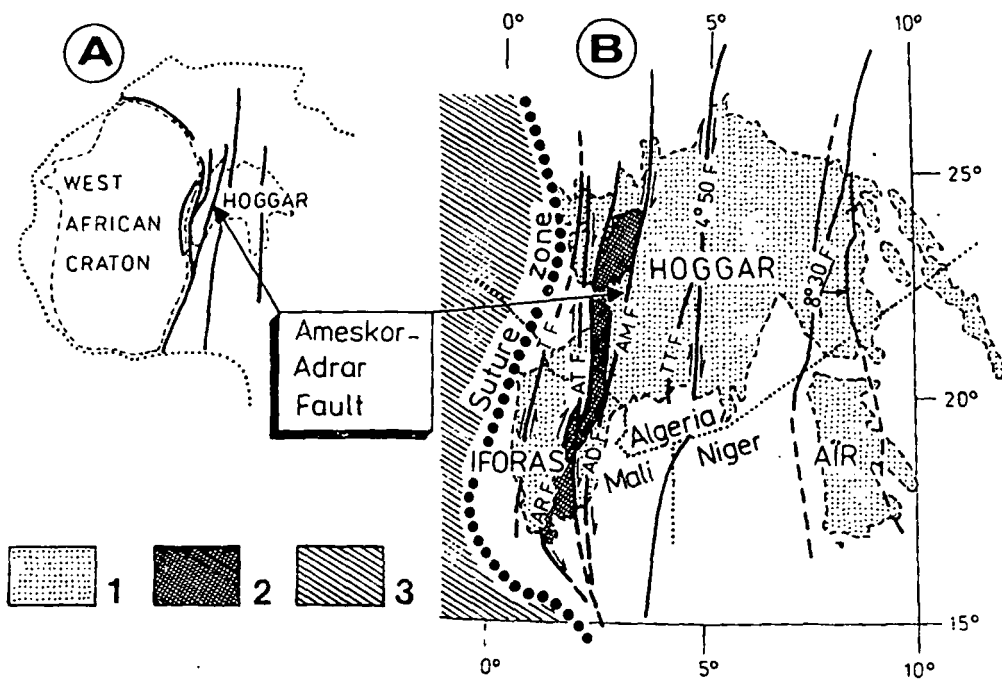


Fig. 1. Some main fault zones of West Africa (A, after Fabre, 1982) and of Hoggar (B).

1—Proterozoic Hoggar (Tuareg) shield; 2—Eburnean granules of Môle In Ouzal and Adrar des Iforas; 3—West African craton. Main fault zones (after: Caby & Bertrand, 1977; Black et al., 1979; Boullier & Bertrand, 1981; Caby et al., 1981, 1985; Boullier 1986; Caby 1987): ADF—Adrar fault; AMF—Ameskor fault; ARF—Abeibara-Rarhous fault; ATF—Andjour-Tamaradant fault; TF—Tessalit fault; TTF—Tin Di-Tin Eifei fault; 4°50F–4°50' fault; 8°30F–8°30' fault

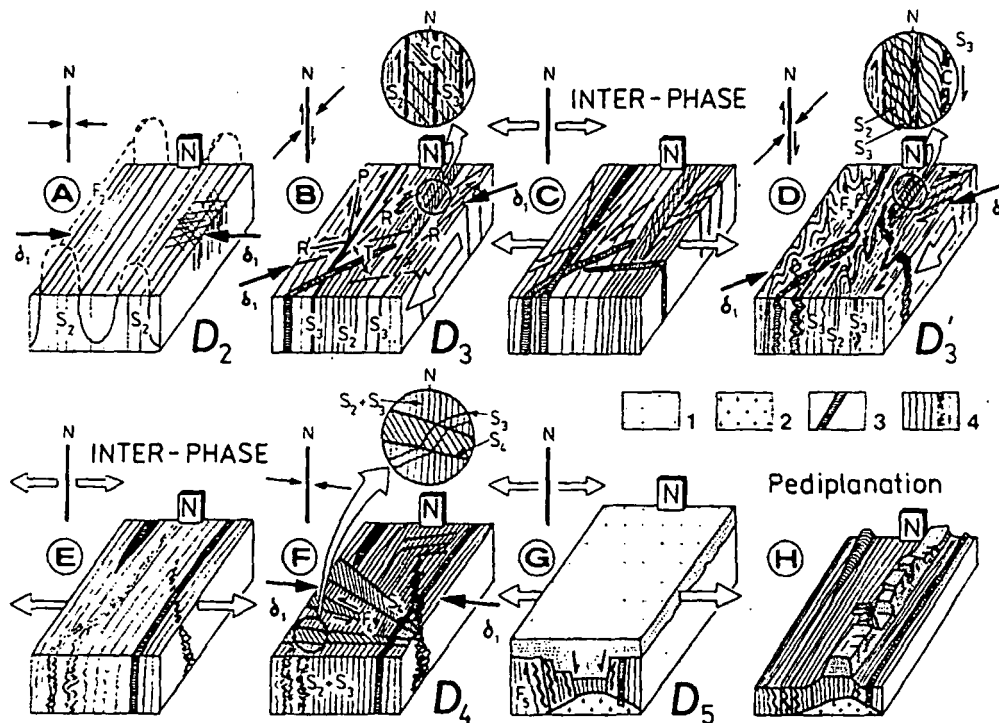


Fig. 2. Main stages of tectonic evolution of Ameskor-Adrar fault zone in the Ameskor-Tirek region, West Hoggar.

1—Tassili sandstones and conglomerates of Ajers Formation; 2—post-tectonic granitoids; 3—veins of variable ages; 4—metamorphic schists, mylonites and cataclastics within fault zone



Fig. 3. S-C structures of D_3 phase

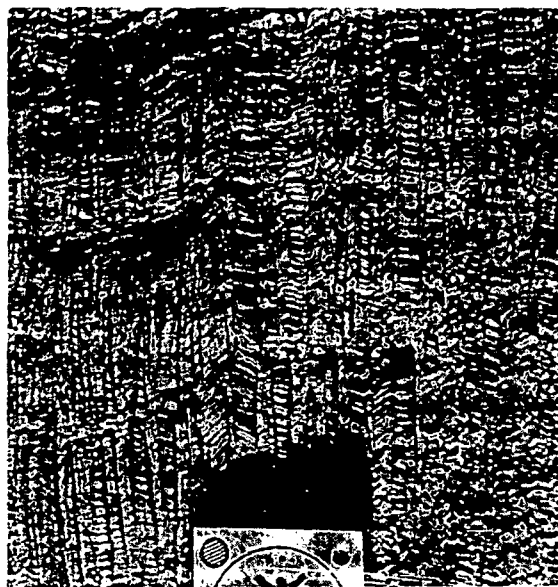


Fig. 5. Kink structures S_4 and F_4

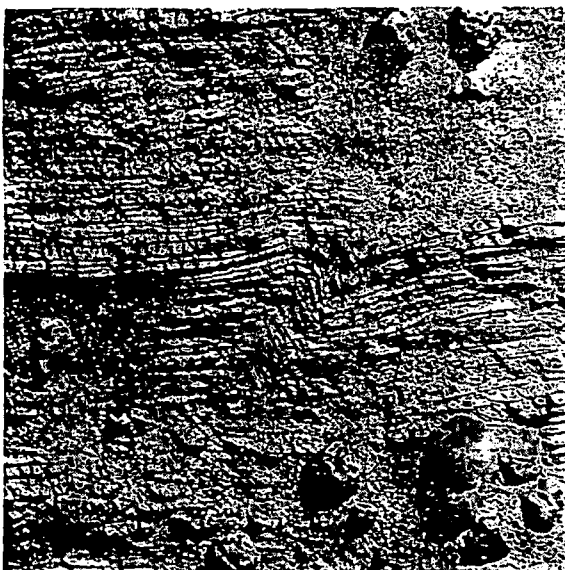


Fig. 4. Intrafolial fold F_3



Fig. 6. Kink folds F_4

Acknowledgements. This publication was partly financed by Silesian University grant no. K-5/WNoZ/91

REFERENCES

- Beuf S., Biju-Duval B., De Charpal O., Rognon P., Gariel O., Bennacef A., 1971. Les grès du paléozoïque inférieur au Sahara. Sédimentation et discontinuités. Evolution structurale d'un craton. Publ. Inst. Fr. Pétrol., Collection Sci. Technique Pétrole, 18: 1-464. Technip, Paris.
- Black R., Ba H., Ball E., Bertrand J.M.L., Boullier A.M., Caby R., Davison I., Fabre J., Leblanc M., Wright L.I., 1979. Outline of the Pan-African geology of Adrar des Iforas (Republic of Mali). Geol. Rndsch., 68: 543-564.
- Boullier A.M., 1986. Sense of shear and displacement estimates in the Abeibara-Rarhous late Pan-African shear zone, Adrar des Iforas, Mali. J. Struct. Geol., 8: 47-58.
- Boulier A.M., Bertrand J.M., 1981. Tectonique tangentielle profonde et couloirs mylonitiques dans le Hoggar central polycyclique (Algérie). Bull. Soc. Géol. Fr., 33: 17-22.
- Caby R., 1987. The Pan-African belt of West Africa from the Sahara desert to the Gulf of Benin. In: Schaefer J.P.

- & Rodgers J. (Eds.), The anatomy of mountain ranges: 129-170. Princeton Univ. Press.
- Caby R., Bertrand J.M., 1977. Synthèse des connaissances sur la géologie du Hoggar. In: Inventaire et prospective des ressources minérales du Hoggar: 5-84. Société nationale de Recherches et d'Exploitations Minières, Alger.
- Caby R., Bertrand J.M., Black R., 1981. Pan-African ocean closure and continental collision in the Hoggar-Iforas segment, Central Sahara. In: Kröner A. (Ed.), Precambrian plate tectonics: 407-434. Elsevier.
- Caby R., Andreopoulos-Renaud U., Lancelot J.R., 1985. Les phases tardives de l'orogénèse pan-africaine dans l'Adrar des Iforas (Mali): lithostratigraphie des formations molassiques et géochronologie U/Pb sur zircon de deux massifs intrusifs. Precamb. Res., 28: 187-199.
- Fabre J., 1982. Pan-African volcano-sedimentary formations in the Adrar des Iforas (Mali). Precamb. Res., 19: 201-214.
- Liégeois J.P., Bertrand J.M., Black R., 1987. The subduction and collision-related Pan-African composite batholith of the Adrar des Iforas (Mali): a review. Geol. J., 22: 185-211.

EBURNEAN(?) OVERTHRUST IN THE WESTERN PART OF EGLAB MASSIF, REGUIBAT UPLIFT (WEST AFRICAN CRATON)

The overthrust (Fig. 1), striking N 10-20 W and verging westward, has been traced northward from the point located at 25°52'N 5°55'W over a distance of 23 km. The amplitude of the overthrust is greatest, about 15 km, in the south, and it diminishes to null at the northern termination, where the overthrust surface passes laterally into a system of subvertical fractures including dextral, strike-slip faults and large tension gashes filled by tectonic breccia and post-tectonic rhyolite and dolerite dykes.

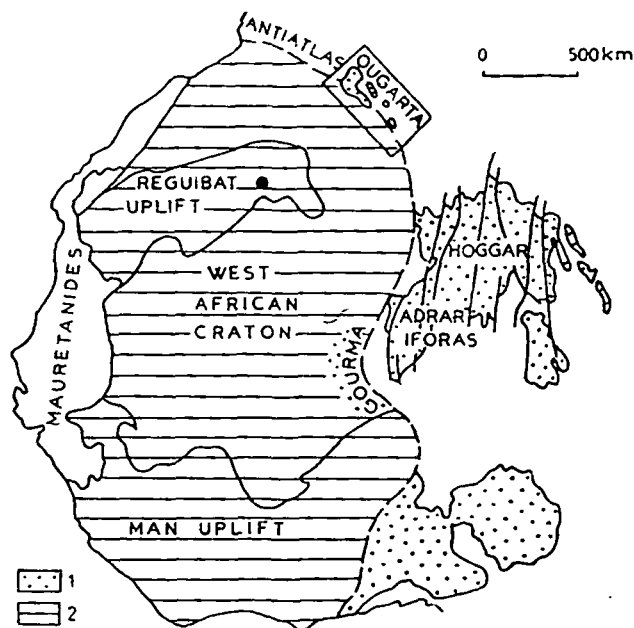


Fig. 1 Location scheme. Location of discussed overthrust marked by solid dot

The hanging wall of the overthrust is composed of granites and migmatites of the Chegga complex (série et granite de Chegga) (>2.0 Ga), cut by numerous dolerite veins. Close to the overthrust surface, the rocks of the Chegga complex display east-dipping schistosity and are metamorphosed into gneisses. The footwall of the overthrust is composed of non-schistosed granites and migmatites of the Chegga complex, unconformably overlain by detritic volcanic rocks of the Eglab complex (volcanisme Eglab) (2.0 Ga) and conglomerate of the Guelb el Hadid complex (série du Guelb el Hadid) (>1.75 Ga). Towards the overthrust, the conglomerate becomes progressively inclined westward, up to vertical or even overturned orientation in the immediate vicinity of the overthrust surface.

The overthrust was formed after the deposition of the Guelb el Hadid conglomerate. The age of the overthrust is believed to be late Eburnean.

PRECAMBRIAN VOLCANOES IN EGLAB MASSIF, REGUIBAT UPLIFT (WEST AFRICAN CRATON). PRESERVED VOLCANIC LANDSCAPE C. 2.0 GA OLD

Eburnean, calc-alkaline magmatic arc is extensively exposed in the Eglab massif (Fig.1). A flat reg is developed on outcrops of Eburnean granites and their country rocks-whereas hills, elevated to 400 m above the reg, mark the outcrops of Eburnean volcanic and subvolcanic rocks.

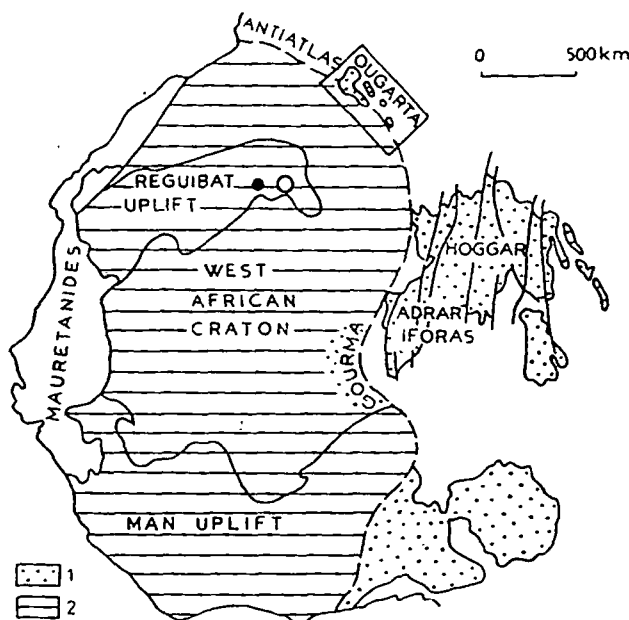


Fig. 1 Location scheme. Location of discussed stratovolcanoes marked by empty circle; location of discussed maar marked by solid dot

Numerous Eburnean stratovolcanoes are well preserved. Their inner parts are composed of lava flows and coarse breccias (agglomerates and lahar deposits) whereas their outer parts are composed of finer-grained tuffs. In the outer parts, large-scale cross-stratification is in places well-exposed. The least eroded volcanoes stand up in relief as conical hills up to few hundred meters above the reg, and up to several kilometers in diameter. Circular depressions reaching down to the reg level are carved in central parts of some of these hills. They are possibly calderas enlarged by erosion. Volcanic plugs are common. They are usually composed of breccia and form cylindrical crags up to few tens of meters high.

A maar structure is also present. It has a 20 m deep circular depression with a diameter of 7 km. The depression is surrounded by fining-outward rim ejecta. It is floored by recent deposits from which protrude 98 rhyolite dykes, forming a radial system.

CARBONIFEROUS ROCKS IN ALGERIAN SAHARA

The Saharan platform is bordered from the north by a deep fault running along the southern border of the Saharan Atlas. Paleozoic sedimentary rocks in the platform were deposited on crystalline basement and covered by Permian and Triassic deposits. The Paleozoic rocks were folded during the Caledonian and Hercynian orogenies. Later, these rocks were uplifted and intensively eroded. They are preserved in synclinoria called hereafter Carboniferous basins (Fig. 1). An attempt at contouring these rocks was made for the South-Oran basins (Béchar-Kenadza, Mézarif and Abadala Basins) as well as for the Timimoum, Reggane, In Salah, and Illizi Basins. The data for this task came from deep petroleum boreholes.

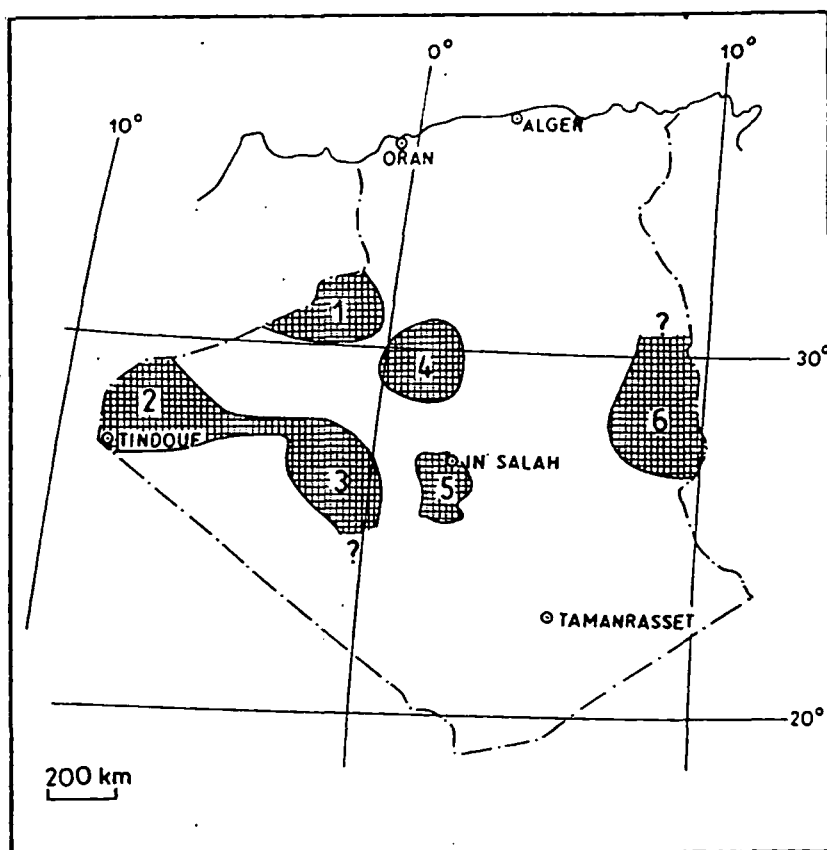


Fig. 1 Scheme of location of Carboniferous basins in Algerian Sahara
1—Béchar-Kenadza, Mézarif, Abadla (South-Oran) Basins; 2—Tindouf Basin;
3—Reggane Basin; 4—Timimoum Basin; 5—In Salah Basin; 6—Illizi Basin

Lacunae between Devonian and Lower Carboniferous rocks occur in some of the basins. The Carboniferous transgression advanced eastward, from west and north-west.

In some of the basins, marine sedimentation persisted until Westphalian C. The paralic and limnic deposits of upper Westphalian C and Westphalian D, containing thin intercalations of coal, are preserved in the South-Oran basins. The Westphalian deposits in these basins are covered by variegated, sandstones and shales of Stephanian or even Stephanian-Permian age.

KOMPLEKSOWA ANALIZA FOTOGEOLOGICZNA SUDETÓW ZACHODNICH NA OBSZARZE POLSKI I CZECH

WSTĘP

Uzgodnienie granic pomiędzy różnymi kartograficznymi opracowaniami geologicznymi z reguły nastęrcza wiele kłopotów. Trudności te występują szczególnie w przypadku map geologicznych terenów przygranicznych. Problemy narastają, gdy rozpatrywany jest przebieg tektonicznych struktur nieciągłych. Powyższe uwagi odnoszą się w pełni do pogranicza polsko-czeskiego. Niektórzy geolodzy określali nawet żartobliwie granicę polsko-czeską jako „największy uskok na świecie”.

Podjęta w roku 1985 współpraca pomiędzy Państwowym Instytutem Geologicznym a Czeskim Instytutem Geologicznym w Pradze miała, między innymi, na celu uzgodnienie granic geologicznych na obszarze Sudetów Zachodnich.

Materiałem, który doskonale nadawał się do takiej analizy były zdjęcia satelitarne, które z natury rzeczy „nie uznają granic państwowych”.

Niniejszy artykuł prezentuje wyniki badań polsko-czeskich w zakresie korelacji danych teledetekcyjnych i geologicznych.

Badany obszar położony jest na północno-wschodnim brzegu masywu czeskiego wyznacza na zachodzie granica Niemiec, na wschodzie południk 16°, na północy linia Zgorzelec — Złotoryja, a na południu linia Żatec — Jaroměř. Charakteryzuje się on zróżnicowaną budową geologiczną obejmując szereg jednostek strukturalnych Sudetów (krystalinik i pluton karkonosko-izerski, basen podkarkonoski, fałdy waryscyjskie i synklinorium północno-sudeckie) oraz blok kruszcogórski, śródgórze czeskie, Góry Łużyckie oraz czeską płytę kredową. Główne cechy strukturalne tego obszaru zostały wyodrębnione w trakcie orogenezy waryscyjskiej (A. Grochowski, 11). W tym okresie powstały dyslokacje o wybitnie zaznaczonej pionowej składowej ruchu, powodujące rozbitcie starszych struktur na elementy podniesione lub obniżone względem siebie. Młodsze ruchy tektoniczne bądź naśladowały, a przez to podkreślały starsze kierunki struktur, bądź włączały do nowych struktur elementy starsze zmieniając i niejednokrotnie zacierając ich pierwotne rysy przewodnie. Liczne uskoki i nasunięcia w dobie ruchów saksońskich, które w środkowej Europie rozwijały się w czasie faldowania Alpidów, dopełniły miary zawilosci budowy tektonicznej na tym obszarze. Główne z nich to system dyslokacji Ochrzy, bruzdy blianickiej, lużycki oraz śródsudecki.

Omawiany teren w większości nie jest pokryty młodymi osadami, a stosunkowo wysoki stopień rozpoznania geologicznego pozwala traktować go jako doskonały polygon do weryfikacji liniowych elementów wydzielonych na zdjęciach satelitarnych w kontekście geologicznego ich znaczenia.

DANE TELEDETEKCYJNE I WYNIKI ICH INTERPRETACJI

Dla potrzeb analizy fotogeologicznej został zgromadzony obszerny i różnorodny materiał zdjęciowy. Podstawowym materiałem, który został wykorzystany w

trakcie interpretacji były zdjęcia satelitarne amerykańskiego systemu Landsat, w tym najnowsze z serii Landsat 5 TM (tematyczny kartograf). Ponadto posłużono się radzieckimi zdjęciami satelitarnymi z serii Kosmos oraz Meteor. Cały wymieniony materiał był przedmiotem wszechstronnych analiz fotointerpretacyjnych prowadzonych przez zespół UUG Praga w składzie J. Dornić, V. Lysenko, P. Batík, J. Šebesta oraz PIG Warszawa: S. Doktor, M. Graniczny. W trakcie zestawiania końcowej wersji mapy fotointerpretacyjnej, autorzy opracowania wykorzystywali również opracowania archiwalne, między innymi: P. Batík i in. (1), J. Dornić, N. Stovicková (8) i J. Bażyński i in. (3).

Głównymi elementami interpretowanymi na zdjęciach satelitarnych przez geologów są fotolineamenty, w literaturze anglosaskiej i rosyjskiej często nazywane również lineamentami lub lineamentami tektonicznymi. Na temat ich genezy i znaczenia geologicznego pisało wielu autorów; np. J. Bażyński, M. Graniczny, P. Batík, S. Doktor.

Obecność fotolineamentów jest zjawiskiem powszechnym, szczególnie dobrze widocznym na zdjęciach satelitarnych. Zazwyczaj nie są one ograniczone ani zasięgiem jednostek tektonicznych, ani czasem geologicznym.

Najczęściej uważa się, że analiza fotolineamentów stanowi jedną z metod badania współczesnych ruchów skorupy ziemskiej i pośrednie źródło informacji o głębszych strukturach tektonicznych.

Plan fotolineamentów badanego obszaru tworzy złożony obraz, przy czym można spośród nich wydzielić kilka wyraźnych systemów grupujących się w następujących kierunkach: NNE—SSW, NNW—SSE, NW—SE, ENE—WSW oraz WNW—ESE. W Czechach dodatkowo występują kierunki N—S.

Na mapie fotointerpretacyjnej (ryc. 1) zinterpretowane elementy liniowe podzielono na dwie grupy. Pierwsza z nich obejmuje fotolineamenty występujące w obrębie więcej niż jednej jednostki strukturalnej o przypuszczalnym znaczeniu regionalnym, druga — pozostałe. Do głównych fotolineamentów pierwszej grupy należą: system NNE—SSW:

- Česka Lípa — Zittau — Zgorzelec,
- Mladá Boleslav — Liberec — Lubań,
- Dol. Bousov — Pilichowice,
- Dvůr Králové — Svoboda n. Úpou — Leszczynic — Plonina,

system NNW—SSE:

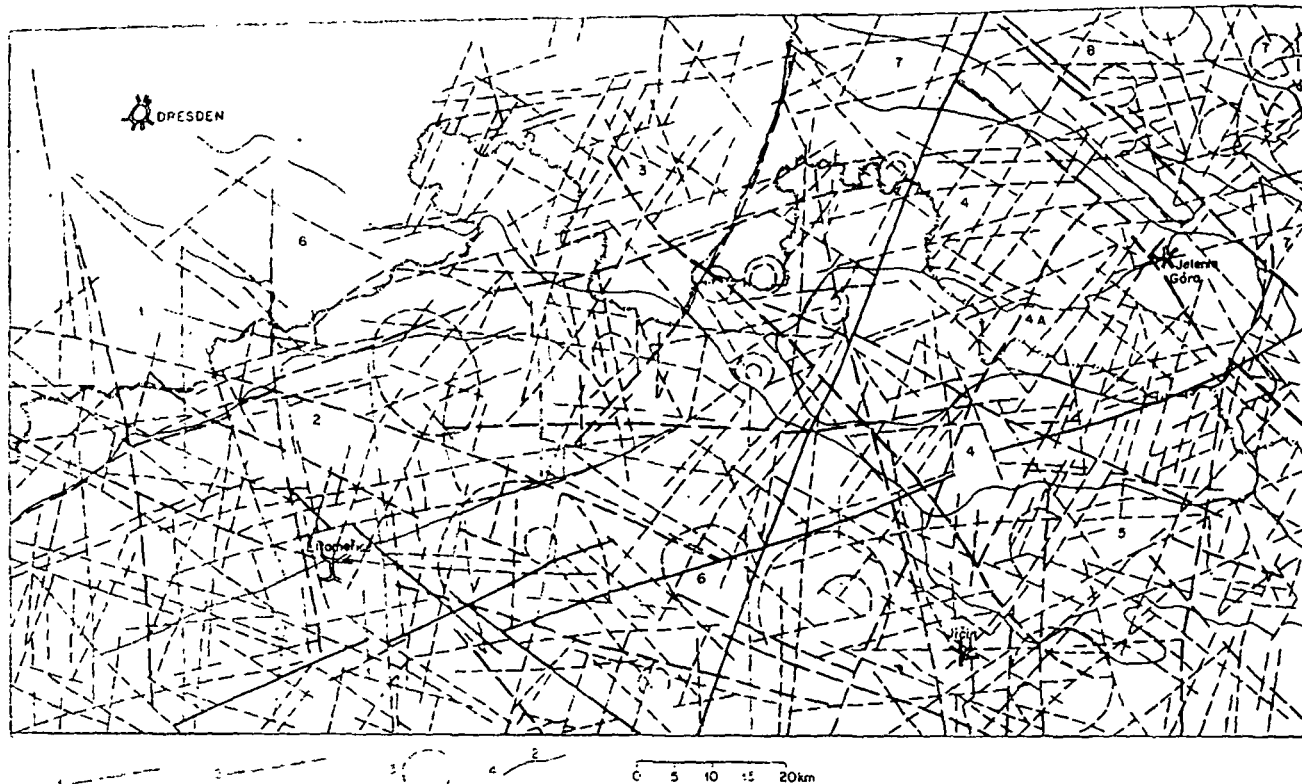
- Louny — Freital (Niemcy),
- Budyn n. Ochrzą — Usti n. Labem — Pirna (Niemcy),
- Jičín — Jablonec — Zawidów;

system ENE—WSW:

- Litvínov — Děčín,
- Zittau — Gryfów Śląski — Wleń,
- Louny — Roudnice n. Labem — Turnov — Železný Brod — Kowary;

system ESE—WNW:

- Mladá Boleslav — Litoměřice — Osek,
- Mnichovo Hradiště — Allenberg (Niemcy),



Ryc. 1. Mapa fotolineamentów

1 — główne fotolineamenty przecinające kilka jednostek strukturalnych, 2 — inne fotolineamenty, 3 — struktury koliste i pierścieniowe, 4 — jednostki strukturalne (według L. Sawickiego): 1 — blok kruszycogórski, 2 — śródgórze czeskie, 3 — Góry Łużyckie, 4 — krystalinik karkonosko-izerski, 4 A — pluton karkonosko-izerski, 5 — basen podkarkonoski, 6 — płyta kredowa, 7 — fałdy warwycyjskie strefy kaczawskiej, 8 — synklinorium północno-sudeckie

- Jánské Lázně — Hrádek n. Nisou: system NW—SE:
- Lázně Belohrad — Żelazny Brod — Jablonec — Zittau — Ebersbach (Niemcy),
- Lubau — Jelenia Góra — Chelmsko Śl.,
- Nowogrodziec — Wleń — Boguszów.

Rozkład fotolineamentów (ryc. 1) wydaje się być w zasadzie niezależny od głównych jednostek strukturalnych badanego obszaru. Zwraca jednak uwagę przewaga kierunków NW—SE na terenie Sudetów i przyległych do nich obszarów. Wydaje się być interesujące, że dominujące azymuty fotolineamentów NNW—SSE i ENE—WSW oraz NNE—SSW i ESE—WNW grupują się w dwa układy kierunków, które można interpretować jako systemy spękań komplementarnych. W trakcie analizy fotogeologicznej wyróżniono również szereg struktur kolistych i pierścieniowych o zróżnicowanych średnicach od kilku do kilkudziesięciu kilometrów. Geneza struktur kolistych na badanym terenie jest nieznana. Przypuszczalnie można je wiązać z intruzjami magmowymi typu centralnego, strukturami wulkanotektonicznymi, kopułami różnych skal metamorficznych lub kraterami meteorytów. Określenie genezy struktury kolistej powinny poprzedzić badania kompleksowe obejmujące litologię, tektonikę, topografię, geochemię i geofizykę, zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz interpretowanej formy. W związku z dotychczasowym brakiem takich analiz sugestie odnośnie ich genezy można określić jako hipotetyczne. Nawet w stosunku do form najbardziej znanych jak struktura pierścieniowa Jawora (kształt eliptyczny o wymiarach 26 × 20 km), której fragment jest zlokalizowany w północno-wschodniej części omawianego terenu, nie ma jednoznacznego poglądu o jej pochodzeniu. J. Mroczkowski i S. Ostalczyk (24)

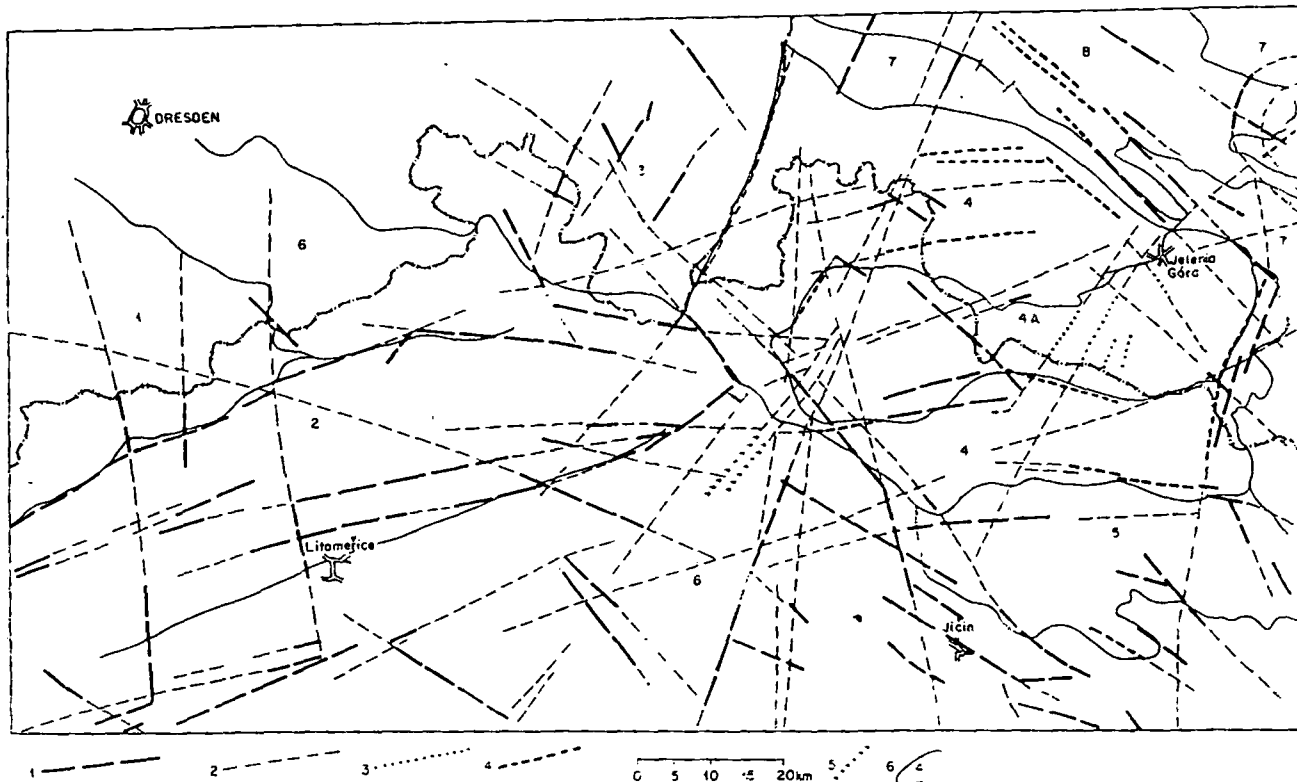
skłaniają się do koncepcji impaktywowej. S. Doktor, M. Graniczny (6) przypuszczają występowanie zapadlika wulkanotektonicznego a J. Bażyński, H. Chilińska (2) intruzję typu centralnego. Na nowszych zdjęciach, na zachodnich brzegach struktury Jawora zidentyfikowano dwie mniejsze formy owalne w okolicach Nowego Kościoła i Nowej Wsi Złotoryjskiej (ryc. 1). Pierwsza z nich pokrywa się z zasięgiem kwaśnych metawulkanitów warwycyjskich, w pobliżu drugiej występują natomiast bazalty trzeciorzędowe i metawulkanity staropaleozoiczne. Fakty te mogą wskazywać na wieloetapowość rozwoju zapadlika wulkanotektonicznego.

Struktury o podobnych rozmiarach zinterpretowane na terenie Czech w rejonie Benešova n. Ploučnic, Česká Líp, Dubá, Radechova, Jičina oraz na południe od Turnova. Mniejsze struktury koliste zostały rozpoznane w okolicy Opelna Zdroju, Lešnej, Hradla, Ještědu (góra) oraz na północno-zachód od Liberce.

FOTOLINEAMENTY NA TLE TEKTONIKI

W celu porównania wyników fotointerpretacji z danymi strukturalnymi i geologicznymi wykorzystano szereg map i opracowań wykonanych w Polsce i Czechosłowacji między innymi: L. Sawicki (28), A. Zeman (32), M. Mahel i in. (22), J. Bażyński i in. (3), S. Dyjor, H. Zawila (9). Wyniki analizy porównawczej przedstawiono na rycinie 2. Pogrupowano na niej fotolineamenty odpowiadające:

- uskokom,
 - strefom spękań,
 - granicom litologicznym,
- oraz przedłużające linie uskokuwe.



Ryc. 2. Mapa fotolineamentów potwierdzonych danymi geologicznymi

1 — fotolineamenty odpowiadające uskokom, 2 — fotolineamenty przedłużające linie uskokowe, 3 — fotolineamenty odpowiadające strefom spekania, 4 — fotolineamenty odpowiadające granicom litologicznym, 5 — fotolineamenty odpowiadające dajkom, 6 — jednostki strukturalne (jak na rycinie 1)

Spośród zaobserwowanych na zdjęciach satelitarnych licznych fotolineamentów jednym z najczęściej zaznaczających się elementów geologicznych jest uskok kruszcogórski. Nie tylko czytelny jest jego znany przebieg, ale można przedłużyć go w kierunku wschodnim na teren Polski. Fotolineament Litvínov — Wleń (którego zachodnia część pokrywa się z uskokiem kruszcogórskim) rozszerza się na wschodzie (tworząc strefę), gdzie nawiązuje do przebiegu granicy pomiędzy granitognejsami a metałupkami starszego paleozoiku oraz do przebiegu łupkaw łyszczkowych wśród granitognejsów (pasma Starej Kamienicy i Złotnik Lubańskich). Na zdjęciach satelitarnych zaznaczają się również uskoki występujące w strefie rozłamu litomierzyckiego (bilinski, śródgórski, litochivicki), a również i uskoki ochrzański, który można przedłużyć w kierunku wschodnim aż po Karkonosze. Do ważniejszych stref regionalnych należy również zaliczyć fotolineament (Mładá Boleslav — Lubań) przedłużający uskoki bruzdy blanickiej i Izery. Na odcinku pomiędzy Libercem a Krępnicą stanowi on prawdopodobnie granicę bloków pomiędzy Wysokim Grzbieciem w Górach Izerskich a Kotliną Bogatyni (3). W postaci fotolineamentów zaznaczyły się również odcinki uskoku łuzkiego, libunskiego i jilowieckiego.

Z obrazu przedstawionego na mapie (ryc. 2) widać również, że pluton karkonoski obramowany jest strefami tektonicznymi tworzącymi skomplikowaną „mozaikę” bloków. Na wschodzie i zachodzie pluton karkonoski ograniczony jest fotolineamentami o przebiegu NNE—SSW (systemy Mładá Boleslav — Lubań i Dvůr Králové — Płonina). Ponadto, na północny-wschód od Liberca zauważalny jest rozległy węzeł tektoniczny utworzony przez szereg kierunków (NNE—SSW, NNW—SSE, ENE—WSW i W—E). Na terenie Polski zaznacza

się z kolei system fotolineamentów (o kierunku NW—SE) nawiązujący do rozłamu śródsudeckiego.

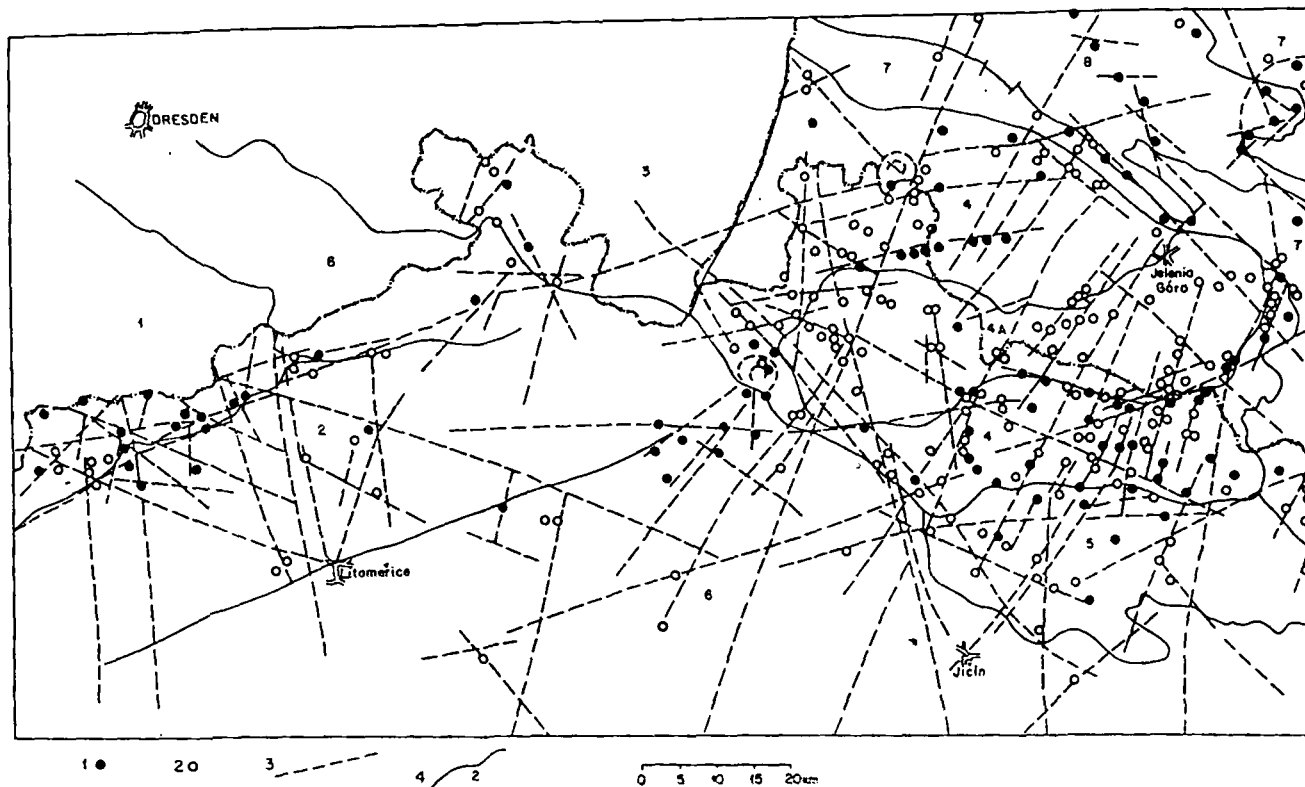
FOTOLINEAMENTY NA TLE WYSTĘPOWANIA ZŁÓŻ RUD METALI I PRZEJAWÓW MINERALIZACJI

W celu przeanalizowania związków pomiędzy fotolineamentami a lokalizacją złóż i wystąpień rudnych wykorzystano opracowania S. Lächelta i in. (20), M. Lindnera (21).

Wyniki porównania zestawione na rycinie 3 prowadzą do szeregu interesujących spostrzeżeń:

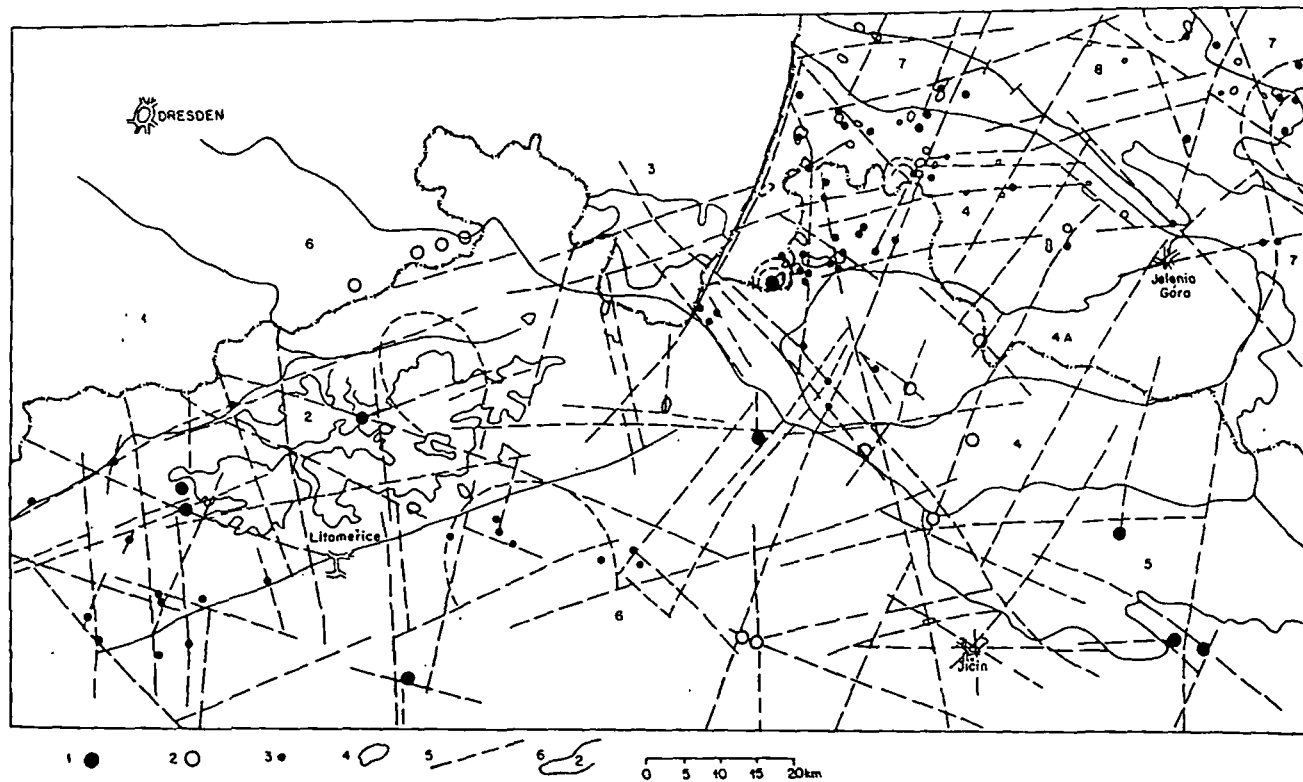
1. Przebiegowi wielu regionalnych fotolineamentów towarzyszy mineralizacja. Do wspomnianych stref należy zaliczyć: Litvínov — Wleń (ENE—WSW), Jičín — Jablonec — Zawidów (NNW—SSW) — północny odcinek, Louny — Kowary (ENE—WSW) — wschodni odcinek, fotolineament nawiązujący do strefy uskoku Harrachova.
2. Wzmoczona mineralizacja występuje również w miejscach przecięć fotolineamentów, na przykład w okolicy na północny-wschód od Liberce, w rejonie Tanvaldu, Śnieżnika oraz Kowar.
3. W Karkonoszach i na terenach przyległych mineralizacja podporządkowana jest w sposób wyraźny systemowi NNE—SSE (spekania w granicie).
4. Mineralizacja towarzyszy również strukturom pierścieniowym, co jest szczególnie widoczne w przypadku Jawora, Lubania oraz Jestędu.

Jak wynika z powyższych danych analiza fotolineamentów może być przydatna do prognozowania występowania różnorodnych złóż surowców mineralnych, a w pierwszym rzędzie endogenicznych wystąpień i złóż rud



Ryc. 3. Mapa fotolincamentów na tle występowania złóż rud metali i przejawów mineralizacji (dane złożowe według S. Lúchella i M. Lindner)

1 — złoża rud metali, 2 — przejawy mineralizacji, 3 — fotolincamenty wskazujące na strefy, z którymi związana jest mineralizacja, 4 — jednostki strukturalne (jak na rycinie 1)



Ryc. 4. Mapa fotolincamentów na tle przejawów działalności wulkanicznej (przejawy wulkanizmu według L. Sawickiego, L. Starkela, L. Kopeczký)

1 — główne centra wulkaniczne, 2 — ważniejsze erupcje na liniach wulkanicznych, 3 — centra erupcyjne (kominy, kopuły), 4 — wylewy wulkanitów trzeciorzędowych, 5 — fotolincamenty związane z działalnością wulkaniczną, 6 — jednostki strukturalne (jak na rycinie 1)

nych. Analiza ta będzie jeszcze bardziej efektywna po nawiązaniu jej do wyników pomiarów spękań ciosowych zebranych w terenie. Statystyczne porównanie zbiorów fotolineamentów i spękań ciosowych zestawionych w formie histogramów lub diagramów kołowych może wyjaśnić szereg problemów związanych z genezą tych struktur i może stanowić cenną informację o dystrybucji złóż.

FOTOLINEAMENTY NA TLE PRZEJAWÓW DZIAŁALNOŚCI WULKANICZNEJ

W następstwie ruchów jakim uległ badany obszar w trzeciorzędzie rozwinęły się zjawiska wulkaniczne, których objawem są skały bazaltowe wraz z tufami i tufitami rozsiadane gęsto we wschodnich krańcach Masywu Czeskiego. Rozciągają się one wzdłuż szerokiej strefy (o kierunku ENE—WSW) pomiędzy Teplicami, Usti i Dečinem. Dalej kontynuują się na terenie Polski pomiędzy Zgorzelcem a Lubaniem, w północnej części Gór Kaczawskich w okolicy Jawora i Złotoryi, a następnie w formie licznych wystąpień między Dzierżonowem i Niemczą oraz w okolicy Niemodlina pod Opolem. Większość wylewów bazaltowych jest związana z systemami spękań przebiegających wzdłuż różnych kierunków (M. Książkiewicz i in., 18). Porównanie danych dotyczących przejawów trzeciorzędowej działalności wulkanicznej oraz fotolineamentów zestawiono na tycinie 4. W trakcie zestawiania danych wykorzystano opracowanie L. Sawickiego (28), L. Starkela (31), S. Dyjora, H. Zawiły (9). Na mapie porównawczej zostały zaznaczone:

- główne centra wulkaniczne,
- ważniejsze erupcje na liniach wulkanicznych,
- centra erupcyjne (kominy, kopuły itp.),
- wylewy wulkanitów trzeciorzędowych.

Zaznaczono również fotolineamenty z którymi jest prawdopodobnie związana działalność wulkaniczna.

Zestawione dane wskazują wyraźnie na związek dwóch regionalnych stref fotolineamentów o kierunku ENE—WSW Litvínov — Wleń i Louny — Kowary z wyznaczonym na terenie Czechosłowacji systemem, nazywanym przez L. Kopecký'ego (14) ochrzańskim systemem ryftowym. System ten przejawiał swoją aktywność w paleogenie o czym świadczą między innymi wylewy wulkanitów. Według cytowanego już poprzednio opracowania M. Książkiewicz i in. (1965) wylewy bazaltowe są związane ze szczelinami podłużnymi w stosunku do Sudetów, tj. o kierunku NW—SE lecz są również bazalty mające związek ze szczelinami poprzecznymi lub południkowymi. Np. fotolineamenty o kierunku NE—SW widoczne między Molinkiem i Liberцем odpowiadają dokładnie utworom żyłowym występującym koło Českého Dubu w formie podłużnych górki nazywanych Wielkim Czarcim Murem.

Utwory te związane są z systemem subwertykalnych spękań tensyjnych, które według Kopecký'ego (16) pojawiają się w rejonach aktywnych głębokich rozłamów i dlatego są wypełnione ultrabazytami alkalicznymi, powstałymi w neowulkanicznej fazie (inicjalnej) w końcu kredy — paleocenu. Przebieg tych żył jest niemal zgodny z głębokim uskokiem Kladna. Wyniki analizy teledetekcyjnej (ryc. 4) wskazują na szczególnie znaczenie fotolineamentów o kierunkach NNE—SSW i NNW—SSE. Na ogół wzdłuż tych stref lub w miejscach ich przecięć ze strefami o kierunkach ENE—WSW i NW—SE obserwuje się obecność skał wulkanicznych. Wydaje się również, że geneza struktur kolistych zlokalizowanych w rejonie Opola Zdroju, Lubania, Benešova n. Plounci, Duba i omawianego wcześniej w rejonie Jawora jest związana z działalnością wulkaniczną.

FOTOLINEAMENTY NA TLE WYSTĄPIEŃ WÓD MINERALNYCH I TERMALNYCH

Do analizy zależności występowania wód mineralnych ze strefami fotolineamentów z materiałów hydrogeologicznych wykorzystano opracowania wykonane przez: O. Franko, M. Kotarovą (10), Z. Płochnińskiego, T. Marszczek (25) oraz W. Ciężkowskiego i in. (5).

Ogólnie można stwierdzić, że większość występujących tu wód, to szczawy wodorowęglanowe lub wodorowęglanowo-siarczanowe. Występują także wody termalne, radoczyste i solanki. Powszechnie uważa się, że źródła mineralne i cieplice są pozostałością po trzeciorzędowych zjawiskach wulkanicznych, a w ich występowaniu dużą rolę odgrywają uskoki i spękania. Porównanie lokalizacji wód mineralnych i termalnych z fotolineamentami (ryc. 5) nasuwa następujące spostrzeżenia:

1. W obrębie dwóch regionalnych fotolineamentów Litvínov — Wleń i Louny — Kowary znajduje się ponad $\frac{2}{3}$ analizowanych ujęć, w tym prawie wszystkie wystąpienia wód termalnych (4 z pięciu) oraz zdecydowana większość szczaw (13 z szesnastu).
2. Poza strefą ryftową zlokalizowane są wszystkie solanki oraz wody termalne Jánských Lázní. Wspomniane wody termalne występują natomiast w węzle przecięcia trzech fotolineamentów.
3. Bardzo często wody podziemne są związane z węzłami przecięć wyznaczonymi przez fotolineamenty o kierunku ENE—WSW i zbliżonych do południkowego (NNE—SSW — w obrębie bloku karkonosko-izerskiego oraz NNW—SSE na śródmorzu czeskim).

Powyższe spostrzeżenia potwierdzają znane poglądy o związkach wód termalnych i szczaw z tektoniką, co ma duże znaczenie praktyczne przy ukierunkowaniu dalszych poszukiwań takich wód.

FOTOLINEAMENTY NA TLE DANYCH SEJSMOLOGICZNYCH I GEOFIZYCZNYCH

Sejsmiczność badanego obszaru jest związana z aktywnością Masywu Czeskiego. W ciągu ostatniego tysiąclecia na skrajach Masywu Czeskiego w Sudetach i na Przedgórzu Sudeckim miały miejsce nieliczne trzęsienia Ziemi o magnitudach $M > 5$ (30).

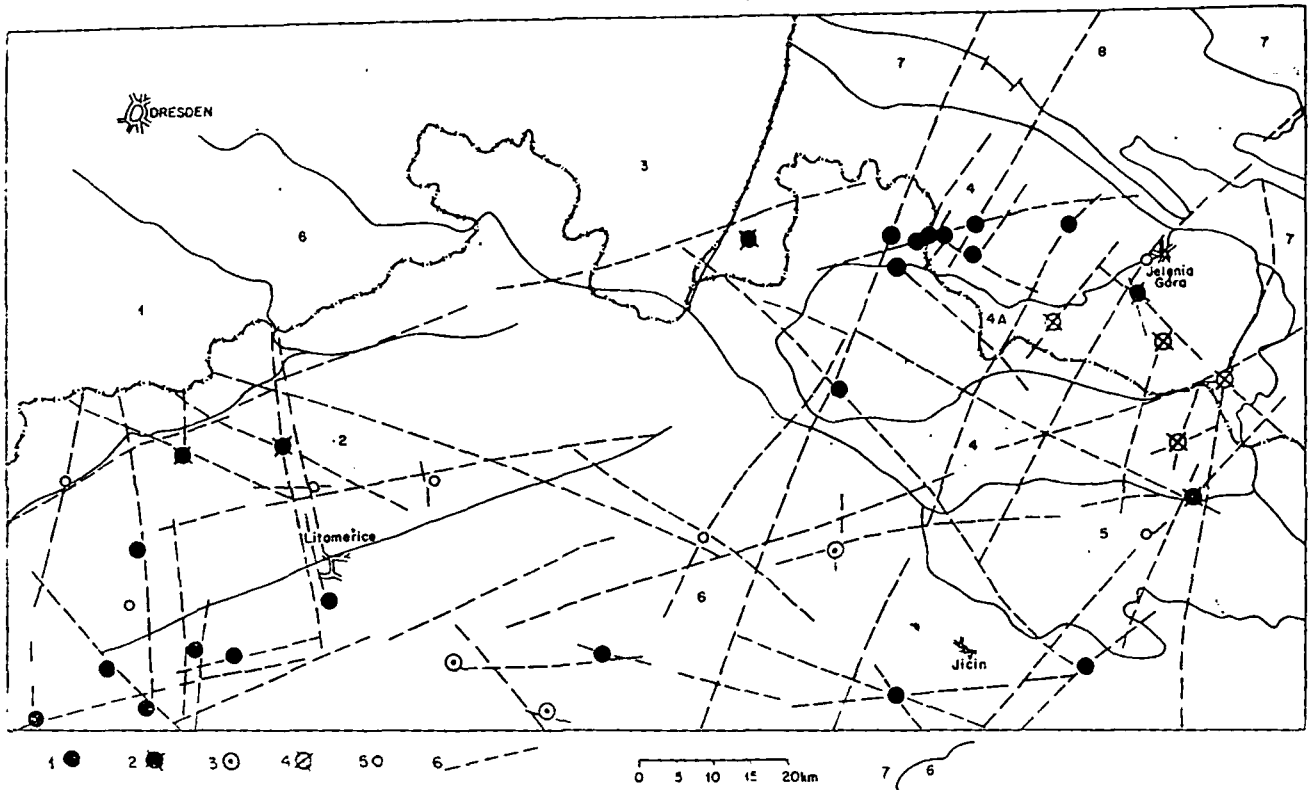
D. Proházkova (26, 27) analizując strukturę przestruenną epicentrow trzęsień Ziemi w środkowej Europie wykazała, że są one w zdecydowanej większości związane z liniami dyslokacji, z których w chwili obecnej tylko część jest sejsmicznie aktywna.

Wyniki porównania danych sejsmologicznych z fotolineamentami przedstawiono na rycinie 6. Dane sejsmologiczne obejmują epicentra trzęsień Ziemi na podstawie obserwacji z lat 1200 — 1972 oraz maksymalne izosejsty.

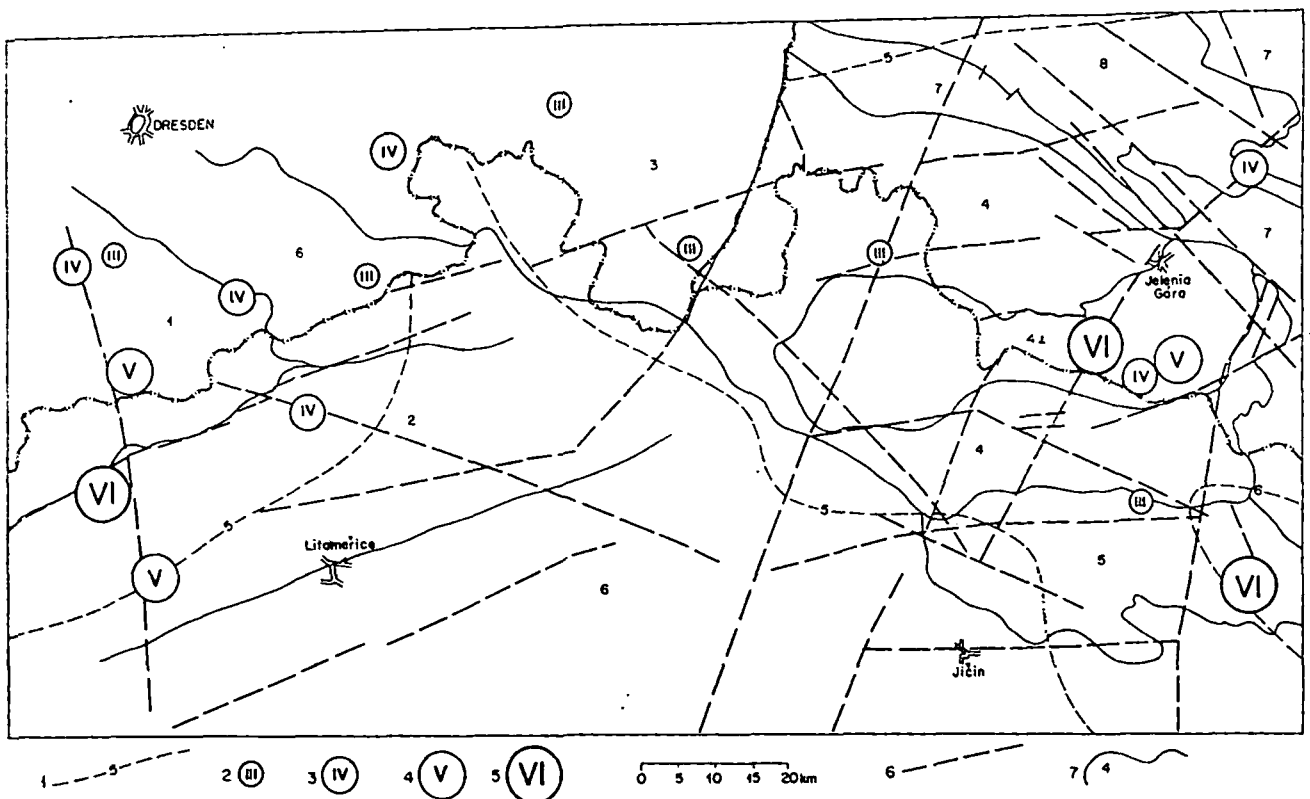
Szczupłość danych sejsmologicznych nie pozwala na wyciągnięcie głębszych wniosków. Zwraca jednak uwagę wyraźne uszeregowanie czterech epicentrow wzdłuż fotolineamentu Louny — Freital. Potwierdza to spostrzeżenie G. Grünthala i in. (12) zebrane w trakcie badań terenów graniczących z analizowanym obszarem w Saksoturyngii o szeregowym ułożeniu epicentrow trzęsień Ziemi wzdłuż kierunków południkowych.

Na rycinie 6 zaznaczono również fotolineamenty wykazujące korelacje z danymi geofizycznymi — grawimetrią i magnetyką. W trakcie analizy wykorzystano opracowania K. Karaczun i in. (13) oraz Mapę grawimetryczną Polski (23).

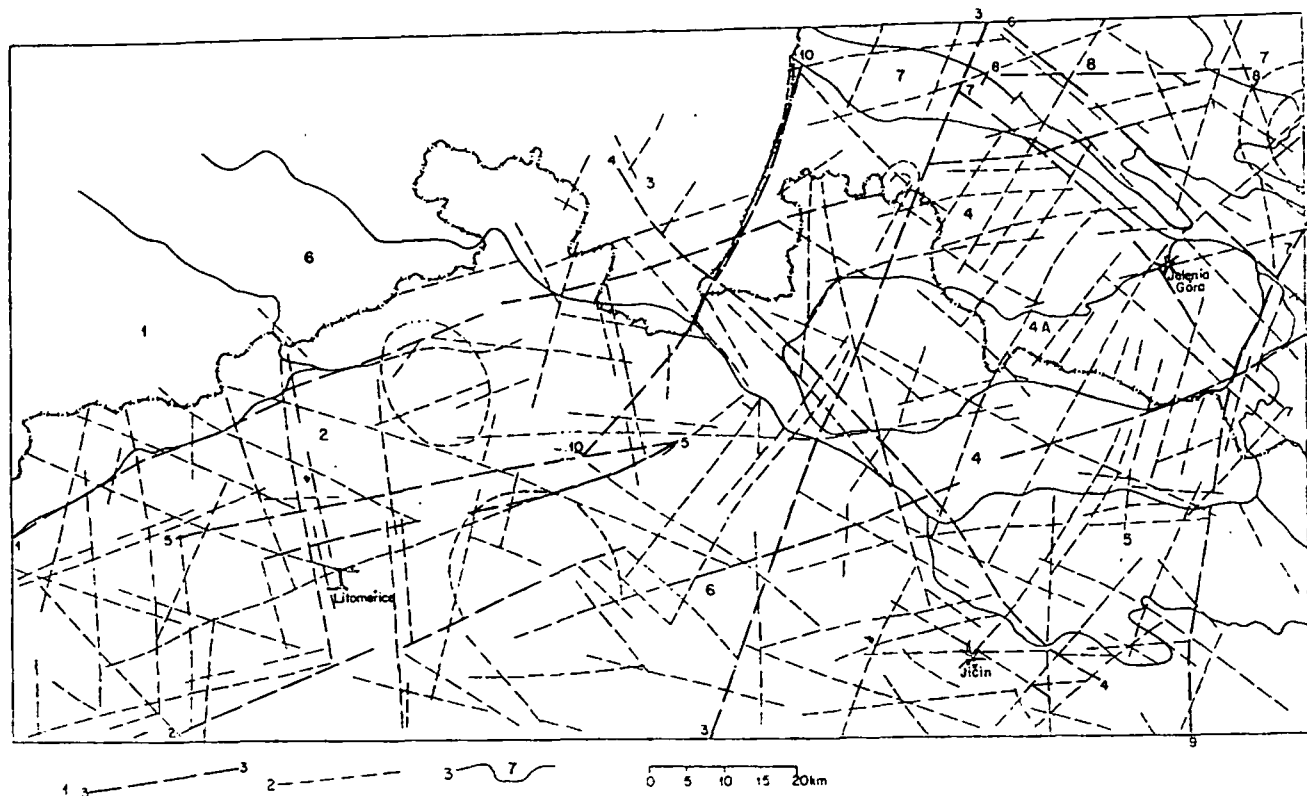
Fotolineamenty rozpatrzone pod kątem ich zbieżności ze strefami gradientowymi i wydłużonymi anomaliami. Zwrócono również uwagę na wyraźne zmiany



Ryc. 5. Mapa fotolineamentów na tle danych hydrogeologicznych (dane hydrogeologiczne według W. Ciężkowskiego) 1 — szczawy, 2 — wody geotermalne, 3 — solanki, 4 — wody radoczynne, 5 — inne wody, 6 — fotolineamenty, z którymi jest związana lokalizacja wód podziemnych, 7 — jednostki strukturalne (jak na rycinie 1)



Ryc. 6. Mapa fotolineamentów na tle danych sejsmologicznych i geofizycznych 1 — maksymalne izosejsty na podstawie obserwacji z lat 1000 - 1979, według Z. Schenkovej i in. (29); epicentra trzęsień Ziemi na podstawie obserwacji 1200 - 1972, 2 — $M = 2,5 - 2,9$, 3 — $M = 3,0 - 3,5$, 4 — $M = 3,6 - 4,0$, 5 — $M = 4,1 - 4,6$, 6 — fotolineamenty wykazujące korelacje z danymi geofizycznymi (grawimetria i magnetyka) oraz sejsmologicznymi, 7 — jednostki strukturalne (jak na rycinie 1)



Ryc. 7. Mapa głównych elementów strukturalnych Sudetów Zachodnich i Gór Lużyckich

1 — główne elementy strukturalne wyznaczone na podstawie zdjęć satelitarnych oraz różnych danych geologicznych: 1 — Litvínov—Děčín—Zittau—Gryfów Śląski—Wleń (ENE—WSW), 2 — Louny—Roudnice n. Labem—Turnov—Železný Brod—Kowary (ENE—WSW). 3 — Mladá Boleslav—Liberec—Lubań (NNE—SSW), Haslach (Austria)—Lębork, 4 — Lázně Bělohrad — Železný Brod—Jablonec—Zittau—Ebersbach (NW—SE), 5 — Bliña—Česka Lipá (ENE—WSW), 6 — Nowogrodziec—Wleń—Boguszów (NW—SE) kontynuacja na SE po Stronie Śl. (150 km) — Rozłam Sródsudecki, 7 — Lubań—Jelenia Góra—Chelmsko Śl. (NW—SE), 8 — Mściszów—Nowa Wieś Złotoryjska (W—E) kontynuacja na E po Oleśnicy (200 km), 9 — Dvůr Kralowé—Svoboda n. Úpou—Leszczyniec—Płonina (N—S, NNE—SSW), 10 — Česká Lipa—Zittau—Zgorzelec (NNE—SSW), 2 — inne fotolineamenty potwierdzone w trakcie analizy komputerowej, 3 — jednostki strukturalne (jak na rycinie 1)

obrazu anomalii grawimetrycznych i magnetycznych wzdłuż ich przebiegu. Sklasyfikowane w powyższy sposób fotolineamenty wyznaczają przebieg nieciągłości tektonicznych w podłożu — wskazując na miejsce rozgraniczenia pomiędzy ośrodkami o różnych właściwościach fizycznych. W czeskiej części obszaru, porównanie fotolineamentów z liniowymi elementami geofizycznymi, takimi jak granice geofizyczne, liniowe regionalne anomalie grawimetryczne czy magnetyczne itp. należy wiązać wyłącznie ze znanymi strukturami tektonicznymi (M. Bližkovský i in. 4a, 4b, M. Krs, 17). Są to np.: uskoki litomerzycki nawiązujący do czesko-lipskiego systemu uskoku o kierunku W—E, uskoki lużycki, który tworzy zarazem graniczne pasmo bloków neotektonicznych, jak też zespół mniejszych uskuków o azymucie NW—SE w rejonie głębokiego rozłamu Podebradu i jego północno-zachodniej kontynuacji. Linie te tworzą równocześnie granice struktur (bloków) pola ciężkości.

W wyniku analizy korelacyjnej najwyraźniej zaznaczyły się strefy o kierunku ENE—WSW (w tym fotolineament Litvínov — Wleń), zbliżone do południkowego NNE—SSE (w tym fotolineament Mladá Boleslav — Lubań) oraz NW—SE (na terenie Sudetów).

PODSUMOWANIE

W wyniku analizy fotolineamentów na tle różnych danych geologicznych (ryc. 2 — 6) wyznaczono 9 stref

wyznaczających, jak się wydaje, główne rysy tektoniki nieciągłej badanego obszaru (ryc. 7).

Należą do nich wspomniane poprzednio strefy:

- Litvínov — Děčín — Zittau — Gryfów Śląski — Wleń (1),
- Louny — Roudnice n. Labem — Turnov — Železný Brod — Kowary (2)

Wymienione dwie strefy o kierunku ENE—WSW pokrywają się na terenie Czechosłowacji z ochrzańskim systemem ryftowym postulowanym przez L. Kopecký'ego. W jednej ze swoich późniejszych prac (15) L. Kopecký sugeruje przedłużenie systemu ryftowego na obszar Polski, nie określając jednak dokładnie jego wschodniej granicy. Można przyjąć, że oba powyższe regionalne fotolineamenty — 1 i 2 wyznaczają prawdopodobny przebieg struktur przedłużających ryft Ochry na teren Polski. Tezę tę wydają się również potwierdzać dane dotyczące wulkanizmu trzeciorzędowego oraz hydrogeologii (15 rozdz. 4 i 5).

Warto również zaznaczyć, że fotolineament 2 jest fragmentem rozległego rozłamu tektonicznego rozciągającego się od Tachova do Pińska o całkowitej długości około 1200 km (7).

Do najważniejszych nieciągłości należy również zaliczyć fotolineament 3 o kierunku NNE—SSW, Mladá Boleslav — Liberec — Lubań. Stanowi on fragment regionalnego rozłamu ciągnącego się od Haslach w Austrii do Lęborka na Pomorzu Zachodnim, o całkowitej długości 740 km.

Kolejnymi strefami są:

- Lázně Bělohrad — Żelezný Brod — Jablonec — Zittau — Ebersbach, NW—SE (4), łącząca systemy uskoków lużyckiego, libunskiego i jilowieckiego,
- Bilina — Česká Lípa, ENE—WSW (5), nawiązująca do przebiegu uskoków w obrębie rozłamu litonierzyckiego,
- Nowogrodzic — Wleń — Boguszów, NW—SE (6) — kontynuująca się poza omawianym obszarem w kierunku Stronia Śląskiego, wskazując na przebieg rozłamu śródsudeckiego,
- Lubañ — Jelenia Góra — Chelmsko Śląskie, NW—SE (7) — odpowiadająca różnym granicom geologicznym, stanowiąca również kontakt metamorfiku Gór Izerskich z fałdami warycyjskimi strefy kaczawskiej oraz podkreślona anomaliami magnetycznymi,
- Mściszów — Nowa Wieś Złotoryjska, W—E (8) — kontynuująca się w kierunku wschodnim po Oleśnicę o całkowitej długości około 200 km, o stwierdzonym wyraźnym związku z anomaliami magnetycznymi oraz występowaniem niewielkich wylewów bazaltowych,
- Dvůr Králove — Svoboda n. Úpou — Leszczyniec — Płonina, N—S, NNE—SSW (9) stanowiąca wschodnie obramowanie plutonu karkonoskiego i przecinająca na południu znane jednostki strukturalne,
- Česká Lípa — Zittau — Zgorzelec, NNE—SSW 10 wskazująca prawdopodobnie na uskoki Nysy Łużyckiej.

Autorzy artykułu kontynuują badania w strefie przygranicznej koncentrując się obecnie na obszarze Kotliny Kłodzkiej.

L I T E R A T U R A

1. Batík P., Dornić J., Lysenko V. — Mapa fotolineaci Českého Masívu. Prognózi ocenění rudonosnosti Českého Masívu. ÚÚG Praha 1983.
2. Bażyński J., Chilińska H. — Forma owalna Jawora i jej implikacje geologiczne i metalogeniczne. Przegł. Geol. 1985, nr 5.
3. Bażyński J., Graniczny M., Oberc J., Wilczyński M.S. — Mapa fotogeologiczna Sudetów w skali 1:200 000. Warszawa 1986.
4. Bližkovský M. i in. — a) Mapa indikací hustotních rozhraní Českého Masívu 1:500 000; b) Členění základních struktur tihového pole Českého Masívu, 1:500 000. Vacek J. *Přehled prognózi ocenění rudon.* Č. M. Archiv. ÚÚG. Praha 1982.
5. Ciężkowski W., Doktor S., Graniczny M., Marszczek T. — Zależności występowania wód mineralnych i termalnych z nieciągłościami teledetekcyjnymi w Sudetach Zachodnich. Prace naukowe Instytutu Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1989.
6. Doktor S., Graniczny M. — Struktury koliste i pierścieniowe na zdjęciach satelitarnych — ich geneza i znaczenie. Przegł. Geol., 1983, nr 1.
7. Doktor S., Graniczny M., Pożaryski W. — The main photolineaments of Poland and the surrounding areas and their connection with geology. Biul. IG, nr 359, 1988.
8. Dornić J., Štovičková N. — Linear and circular structures of the Bohemian Massif—comparison of satellite and Geophysical data. Adv. Space Res. 1984, Vol. 4, No 11.
9. Dyjor S., Zawila H. — Opracowanie map stratygraficzno-tektonicznych Sudetów i bloku przedsudeckiego w skali 1:200 000. Archiwum PIG Warszawa, 1989.
10. Franko O., Kolářová M. — Map of mineral waters in Czechoslovakia, skala 1:500 000. Geol. Ustav D. Štúra, Bratislava, 1986.
11. Grocholski A. — Facies Differentiation of Paleozoic Rocks in South - western Poland. Bull. of the Polish Acad. of Sciences, 1987, Vol. 35. No 3.
12. Grünthal G., Bankwitz P., Bankwitz E., Bednarek J., Guterch B., Schenk V., Schenkova Z., Zeman A. — Seismicity and geological features of the West European platform. Gerlands Beitr. Geoph. 92, 1985.
13. Karaczun K., Karaczun M., i in. — Mapa magnetyczna Polski. Anomalie składowej pionowej „Z” pola magnetycznego Ziemi, skala 1:500 000, 1978.
14. Kopecký L. — Magnetism of the Ohře rift in the Bohemian Massif its relationship to the fault tectonics and to the geologic evolution and its ore mineralization. Proc. Conf. Czechoslovak. Geology and Global Tectonics. Věda, Bratislava, 1979.
15. Kopecký L. — Geological development and block structure of the Cenozoic Ohře Rift (Czechoslovakia), Proc. Int. Cont. on Basement Tectonics, Santa Fe, 1986.
16. Kopecký L. — Mladý vulkanismus Českého Masívu (část 2). Geol. a hydrometalurgie uranu, 11, 4, Straž pod Ralskem, 1987.
17. Krs M. — Globální tektonické schema Českého Masívu, 1:500 000. Vacek J. *Přehled prognózi...* Archiv. ÚÚG. Praha, 1983.
18. Książkiewicz M., Samsonowicz J., Ruhle E. — Zarys Geologii Polski. Warszawa, 1965.
19. Kucharski R., i in. — Opracowanie map geologicznych i geofizycznych Sudetów i bloku przedsudeckiego w skali 1:200 000. Archiwum PIG Warszawa, 1990.
20. Lächelt S. et al. — Metallogenic map—Bohemian Massif and northern adjacent region, 1:500 000. Poczdam, 1973.
21. Lindner M. — Korelacja stratygraficzna i metalogeniczna utworów prekambriu i starszego paleozoiku Sudetów Zachodnich. Arch. PIG, 1985.
22. Mahel M., Kodym O., Malkovský M. — Tektonická mapa ČSSR, 1:500 000. Bratislava, 1984.
23. Mapa grawimetryczna Polski, anomalie rezydualne według metody Griffina dla $R = 2,236$ km, skala 1:200 000. IG, PBG, 1977.
24. Mroczkowski J., Ostaficzuk S. — A ring structure near Złotoryja—Świerzawa—Jawor (Western Sudetes). Bull. Acad. Pol. Ser. Sc. Terre, 1981, nr 2.
25. Płochniewski Z., Marszczek T. — Wykorzystanie wód termalnych do celów rekreacyjnych. Cz. 1: Geologiczna ocena możliwości wykorzystania wód termalnych do celów rekreacyjnych. Warszawa, Arch. PIG, 1988.
26. Proházková D. — Linie ohnisek zeměřesení v ČSSR. Stud. Geogr. 87, 1984.
27. Proházková D. — Space — and time pattern of seismicity. 3rd International Symposium on the Analysis of Seismicity and on Seismic Risk, Liblice Proceeding. Prague, 1985.
28. Sawicki L. — Mapa geologiczna regionu dolnośląskiego (bez osadów czwartorzędowych) w skali 1:200 000. Warszawa, 1966.
29. Schenkova Z., Karník V., Schenk V. — Earthquake epicentres Czechoslovakia and adjacent areas. Geophysical Institute Acad. Sc. Prague, 1979.
30. Schenkova Z., Schenk V., Karník V. — Seismotektonická situace Československa ve vztahu ke geologické stavbě střední a východní Eüropy. Stud. Geogr. 87, 1984.
31. Starkel L. — Mapa geomorfologiczna Polski, 1:500 000 Inst. Geogr. i Przestrzennego Zagospodarowania. PAN, Warszawa, 1984.
32. Zeman A. — Neotektonická skica ČSR, 1:500 000. Arch. ÚÚG Praha, 1983.

WPLYW PARAMETRÓW GEOLOGICZNO-GÓRNICZYCH NA ZUŻYCIE WODY TECHNOLOGICZNEJ PRZY PODZIEMNYM WYTAPIANIU SIARKI

WSTĘP

Wysoki poziom wydobywania siarki w Polsce (przekraczający 3 mln ton w roku 1991) wymaga utrzymania w jednoczesnej eksploatacji kilkuset otworów wydobywczych. Ilość otworów w danym polu eksploatacyjnym zmienia się w czasie w zależności od zasobności złoża — podstawowego miernika jego jakości. W konsekwencji obserwuje się duże różnicowanie wskaźnika zużycia wody w danym polu w poszczególnych latach jego eksploatacji.

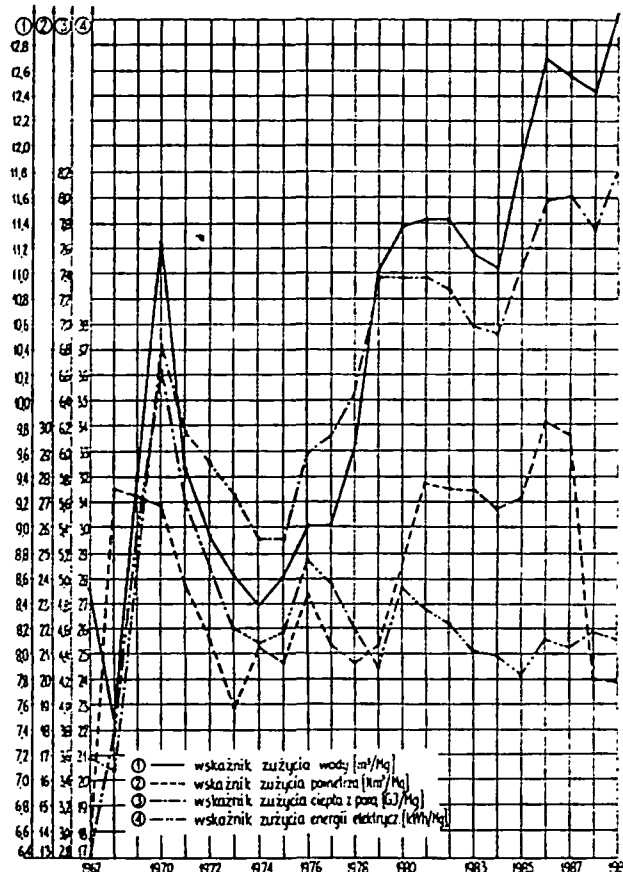
Zużycie mediów energetycznych w kopalni siarki „Jeziórko” w latach 1967-1989 przedstawia rycina 1. Jak wynika z danych zobrazowanych na tej rycinie najniższe wartości wskaźnika zużycia wody zarejestrowano w 1968 r. ($7,5 \text{ m}^3/\text{t}$) i 1974 r. ($8,4 \text{ m}^3/\text{t}$). W tym przedziale czasowym (1968-1974) obserwuje się maksymalną wartość wskaźnika zużycia wody — w 1970 r. (około $11,2 \text{ m}^3/\text{t}$). Po roku 1974 zaznacza się stały wzrost wskaźnika zużycia wody, którego wartość w 1989 r. wynosiła około $13 \text{ m}^3/\text{t}$.

Kształtowanie się w czasie wskaźnika zużycia ciepła z parą (ryc. 1) jest zbliżone do przebiegu wskaźnika zużycia wody. Najniższe wartości analizowanego wskaźnika stwierdzone w roku 1968 i 1974 wynoszą odpowiednio około $3,4 \text{ GJ}/\text{t}$ i około $5,3 \text{ GJ}/\text{t}$, a w roku 1989 — $8,2 \text{ GJ}/\text{t}$. Pozostałe wskaźniki, wskaźnik zużycia powietrza i wskaźnik zużycia energii elektrycznej, są zbliżone do wskaźników z roku 1980. W latach 1980 - 1986 obserwuje się wzrost wartości zużycia powietrza, a spadek wartości wskaźnika zużycia energii elektrycznej, w zasadzie do 1985. Po roku 1986 wskaźnik zużycia powietrza maleje osiągając w 1989 r. około $24 \text{ Nm}^3/\text{t}$. Wskaźnik zużycia energii elektrycznej po roku 1985 nieznacznie wzrasta.

Celem niniejszego artykułu jest omówienie czynników wpływających na zużycie wody technologicznej w procesie podziemnego wytapiania siarki oraz sposobów określania przewidywanego jej zużycia.

CZYNNIKI DETERMINUJĄCE ZUŻYCIE WODY TECHNOLOGICZNEJ PRZY OTWOROWEJ EKSPLOATACJI ZŁÓŻ SIARKI

Przy eksploatacji złóż siarki metodą otworową głównym nośnikiem ciepła niezbędnym do wytopienia siarki jest woda podgrzana do temperatury około 160°C i załęczana do złoża pod ciśnieniem (17). W metodzie tej można wyróżnić dwa podstawowe rodzaje eksploatacji: eksploatację podstawową i eksploatację uzupełniającą. Eksploatację podstawową prowadzi się na nowych obszarach złoża, natomiast eksploatację uzupełniającą w tych partiach złoża, w których wyniki uzysku siarki z eksplo-



Ryc. 1. Zużycie mediów energetycznych w Kopalni Siarki „Jeziórko” w latach 1967-1989

atacji podstawowej są niezadawalające. Reeksploatacja ma na celu zwiększenie wykorzystania złoża siarki. Z danych uzyskanych z kopalni „Jeziórko” wynika, że

- udział eksploatacji uzupełniającej w całkowitej eksploatacji był nieznaczny w latach 1979-1986 (około 10%), natomiast w latach 1987-1991 wzrósł do około 31%,
- zużycie wody na tonę siarki przy eksploatacji uzupełniającej jest o około $1,3 \text{ m}^3/\text{t}$ wyższe niż przy eksploatacji zasadniczej.

Średnie zużycie wody technologicznej na tonę wydobywanej siarki zależy od szeregu czynników geologicznych. Wśród tych czynników podstawowymi są:

- zasobność złoża,
- udział wapieni płonnych w serii złożowej,
- przepuszczalność skał serii złożowej.

Uważa się, że zasobność złoża decyduje w 70% o jednostkowym wskaźniku zużycia wody. Wskaźnik ten zależy odwrotnie proporcjonalnie od zasobności. Wskazują na to wyniki wielu badań (4, 5, 7, 10). Zależność tę ilustruje również rycina 2.

Udział wapieni płonnych w złożu wpływa na zmniejszenie zasobności złoża (ryc. 3). W związku z tym parametr ten wpływa wprost proporcjonalnie na jednostkowy wskaźnik zużycia wody.

Trzecim ważnym czynnikiem wpływającym na zużycie wody jest przepuszczalność skał budujących złożo, czyli zdolność do przewodzenia wody. Właściwość tę posiadają skały cechujące się kawernistością i szczelino-watością. Obecność w skałach pustych przestrzeni powoduje zmniejszenie ich gęstości przestrzennej a więc i zasobności złoża. Zasobność bowiem wyraża się związkiem

$$z = M_z p \gamma_0 \quad [1]$$

gdzie:

M_z — miąższość złoża,

p — zawartość siarki w złożu,

γ_0 — gęstość przestrzenna skał.

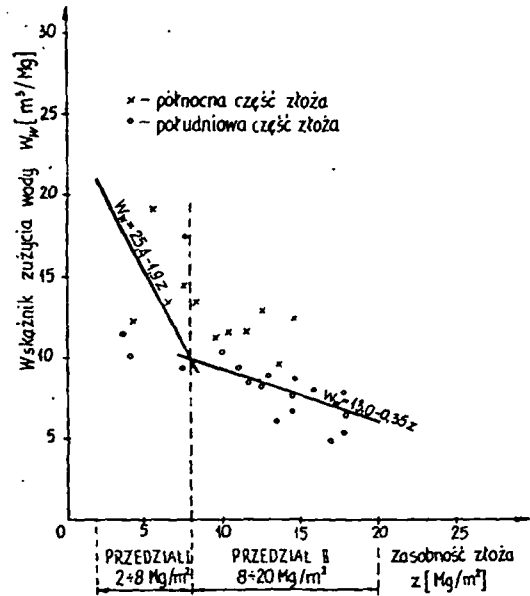
Inne czynniki, które determinują — choć w mniejszym stopniu — wartość wskaźnika zużycia wody to:

1. Tekstura złoża, czyli sposób rozmieszczenia siarki w złożu. Parametr ten wpływa na warunki wytopienia siarki. Tekstura porowata ułatwia proces wytopienia w porównaniu z teksturą masywną. Faktem jest jednak, że ilość siarki wytopionej jest proporcjonalna do jej zawartości (8,15). Uważa się również, że istnieje zależność korelacyjna między teksturą złoża a jego zasobnością (8).
2. Występowanie wkładek ilastych w złożu. Czynniki ten może korzystnie wpływać na wartość wskaźnika zużycia wody — gdy wkładki ilaste występują gniazdowo. W tych miejscach następuje obniżenie przepuszczalności złoża, zwiększenie się stopnia jego wygrzania w konsekwencji czego następuje zmniejszenie zużycia wody. W partiach silnie zailonych złożo cechuje się większą chłonnością spowodowaną obecnością kawern powstałych w procesie krasowienia (3). Obecność wkładek ilastych w złożu powoduje obniżenie zasobności złoża, bowiem w obszarach występowania ilów stwierdza się zmniejszenie zawartości siarki w złożu (11) oraz gęstości przestrzennej serii złożowej i jej miąższości (15).

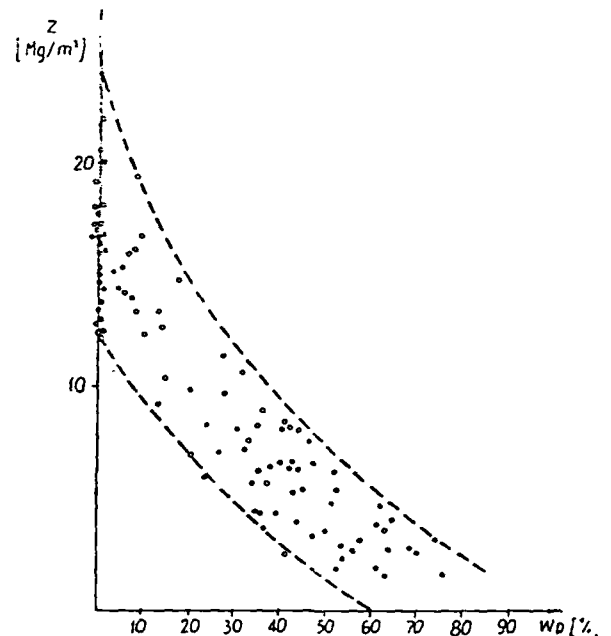
SPOSOBY OKREŚLANIA IŁOŚCI CIEPŁA POTRZEBNEJ DO WYTOPU SIARKI

Zagadnienie wielkości zużycia wody w procesie podziemnego wytopienia siarki było przedmiotem wielu prac badawczych (3, 4, 6, 7, 9, 10, 14, 15). W Instytucie Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH w Krakowie w ramach współpracy naukowo — badawczej z KiZPS „Siarkopol” opracowano model teoretyczny zużycia wody (10, 12). Woda gorąca wtłaczana do złoża powinna dostarczać taką ilość ciepła aby możliwe było:

- ogrzanie rudy od temperatury początkowej do temperatury topienia siarki,
- wytopienie siarki,
- wygrzanie otaczających skał płonnych do temperatury topienia siarki,



Ryc. 2. Zależność zużycia wody od zasobności złoża (13)



Ryc. 3. Zależność zasobności złoża od udziału procentowego wapieni płonnych w serii złożowej (11)

- ogrzanie wody zawartej w porach serii złożowej do temperatury topienia siarki.

Pełna analiza problemu powinna uwzględniać również straty wody gorącej wynikające z przepuszczalności złoża (straty te są trudne do oszacowania) oraz związane z wygrzaniem skał bezpośrednio stykających się ze stropem złoża (straty z tego tytułu uważa się za niewielkie z uwagi na małą przewodność cieplną tych skał). Model teoretyczny zużycia wody nie uwzględniający powyższych strat można przedstawić za pomocą formuły (12):

$$W_w = \frac{(100 + W_p)(0,70 + 0,40p + 2,80n - 0,40np)}{100(0,63p - 0,021)} \quad [2]$$

gdzie:

- W_w — wskaźnik zużycia wody, m^3/t ,
 p — zawartość siarki w rudzie w ułamku dziesiętnym,
 n — porowatość rudy w ułamku dziesiętnym,
 W_p — udział procentowy wapieni płonnych w serii złożowej.

Według R. Krajewskiego i A. Michalskiego (6) wielkość zużycia wody można określić w oparciu o równanie:

$$W_w = \frac{115}{A\gamma_0 p} + \omega M_p \quad [3]$$

gdzie:

- W_w — wskaźnik zużycia wody, m^3/t ,
 A — współczynnik określany na podstawie badań eksploatacyjnych; w zależności od założenia stopnia wykorzystania ciepła wody grzewczej w złożu współczynnik A może przybierać wartość z przedziału 0,2–1 (4)

$$A = \frac{\eta M_z d^2}{q\tau}$$

- η — współczynnik wykorzystania złoża,
 M_z — miąższość złoża, m ,
 d — odstęp między otworami, m ,
 q — ilość wody zatłaczanej do otworu, m^3/h ,
 τ — czas podawania wody do otworu, h ,
 γ_0 — gęstość przestrzenna rudy, t/m^3 ,
 p — zawartość siarki w rudzie, %,
 ω — współczynnik,
 M_p — miąższość wapieni płonnych w rudzie, m .
 Wiedząc, że zasobność złoża

$$z = M_z p \gamma_0$$

zależność [3] można zapisać w postaci

$$W_w = \frac{115q\tau}{\eta d^2 z} + \omega M_p \quad [4]$$

Z równania [4] wynika bezpośrednia zależność zużycia wody od zasobności.

Dla określenia wpływu wytopialności na wartość wskaźnika zużycia wody R. Krajewski (5) zaproponował równanie:

$$W = \frac{W_0}{\gamma_0 p \eta_w} 100\% \quad [5]$$

gdzie:

- W_w — wskaźnik zużycia wody, m^3/t ,
 W_0 — zużycie wody na wytopienie siarki z 1 m^3 rudy,
 γ_0 — gęstość przestrzenna rudy, t/m^3 ,
 p — zawartość siarki w rudzie, %,
 η_w — wytopialność.

Z równania [5] wynika, że w przypadku różnic w wytopialności między poszczególnymi partiami złoża należy oczekiwać wzrostu wartości wskaźnika zużycia wody ze spadkiem wytopialności.

Powyższe rozważania dowodzą, że zasobność złoża siarki ma decydujący wpływ na wielkość zużycia wody. Dysponując odpowiednią liczbą danych zasobności i zużycia wody można je przeanalizować stosując metody statystyki matematycznej. W szczególności poznanie kształtu zależności między badanymi cechami umożliwia nam analiza regresji natomiast siły zależności między tymi cechami analiza korelacji. Analizie poddano wyniki zasobności i wskaźnika zużycia wody pochodzące z 35 rejonów, w których minimalna ilość pracujących otworów wynosi 24 (2,16). Przystępując do analizy zbioru danych założono, że wyniki badań są zmienną o rozkładzie normalnym. Analiza danych obejmowała wyznaczenie współczynnika korelacji między badanymi parametrami oraz budowę prostych regresji liniowej przy zastosowaniu metody najmniejszych kwadratów. Współczynnik korelacji z próby o liczebności 35 wynosi $r = -0,8978$. Istotnym problemem jest ocena wiarygodności współczynnika korelacji. Testując jego istotność zakłada się, że dwuwymiarowy rozkład badanych cech X i Y w populacji generalnej jest normalny lub zbliżony do normalnego. Następnie oblicza się wartość statystyki z zależności (1):

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{N-2} \quad [6]$$

gdzie:

- t — statystyka o rozkładzie t Studenta z $N - 2$ stopniami swobody,
 r — współczynnik korelacji z próby,
 N — liczebność próby.

Z tablic statystycznych (18) odczytuje się krytyczną wartość t dla różnych prawdopodobieństw ufności p i stopni swobody ($N - 2$). Hipotezę o braku korelacji między zmiennymi trzeba odrzucić z prawdopodobieństwem p , gdy spełniona jest nierówność:

$$|t| \geq t_{kr}$$

Wyniki obliczeń zawiera tabela 1. Z tabeli tej wynika, że hipotezę o braku korelacji należy odrzucić z prawdopodobieństwem $p = 0,999$. Jest to prawdopodobieństwo bardzo wysokie.

Tabela 1

Zestawienie wartości t i t_{kr} dla różnych współczynników ufności (18)

t	N	t_{kr}			
		0,90	0,95	0,99	0,999
11,7108	35	1,697	2,042	2,750	3,646

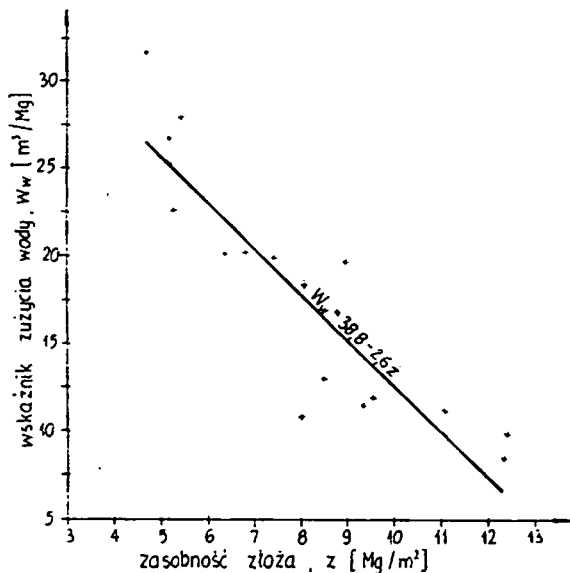
Do badania związku między analizowanymi zmiennymi wykorzystano regresję liniową. Za pomocą funkcji regresji można wyjaśnić charakter wpływu, jaki na przyjęcie wartości przez jedną zmienną ma przyjmowanie wartości przez zmienną drugą. Otrzymane równanie regresji ma postać (ryc. 4):

$$W_w = 38,8 - 2,6z \quad [7]$$

gdzie:

- W_w — wskaźnik zużycia wody, m^3/t ,
 z — średnia zasobność złoża, t/m^2 .

Równanie [7] można wykorzystać do przybliżonej oceny wielkości wskaźnika zużycia wody w danym rejonie eksploatacyjnym przy wartości z do 13 t/m^2 .



Ryc. 4. Wyniki doświadczalne wskaźnika zużycia wody i zasobności złoża (2)

Kopalnia siarki „Jeziórko” prognozując wskaźnik zużycia wody dla pól górniczych posługuje się równaniem (14):

$$W_w = 3,5 + \frac{75}{z} \pm 0,88 \quad [8]$$

Ostatni składnik w równaniu [8] uwzględnia się z plusem dla zasobności mniejszej od 8 t/m^2 natomiast z minusem dla zasobności wyższej od 8 t/m^2 .

UWAGI KOŃCOWE

Dotychczasowe badania w zakresie oceny wpływu wielu czynników na wielkość zużycia wody w procesie podziemnego wytopiania siarki dowodzą o decydującej roli zasobności złoża. Omówione wcześniej czynniki — obecność wapieni płonnych w serii złożowej, przepuszczalność skał serii złożowej, tekstura złoża, udział wkładek ilastych w złożu wpływają na jego zasobność. Zatem przyjęcie modelu zużycia wody uzależnionego od zasobności jest w pełni poprawne i uzasadnione.

Badania dowodzą o istnieniu zależności korelacyjnej między zasobnością a wskaźnikiem zużycia wody. Użytkiwany z obliczeń współczynnik korelacji mieści się w przedziale 0,83–0,90. Odpowiadające im współczynniki determinacji wynoszą 69% – 80%. Oznacza to, że wielkość zużycia wody w 70% – 80% zależy od zasobności, natomiast w 20% – 30% od innych czynników, zarówno górniczo-geologicznych jak i technologicznych.

Na ogólne zużycie wody w polach eksploatacyjnych ma niewątpliwie wpływ wtórna eksploatacja. Brakuje jednak danych dla szczegółowej oceny tego wpływu. Teoretycznie mniejsze powinno być zużycie wody przy reeksploatacji w porównaniu z eksploatacją podstawową m.in. z dwóch przyczyn:

- reeksploatacja prowadzona jest na złożu już wygrzanym,
- domniemany wzrost zużycia wody spowodowany zwiększeniem się przepuszczalności stref wytopionych jest ograniczony przez osiadanie terenu i zaciśkanie tworzących się kawern.

Zgodność tych rozważań ze stanem faktycznym będzie można potwierdzić tylko na podstawie długotrwałych badań eksploatacyjnych.

LITERATURA

1. Greń J. — Statystyka matematyczna. Modele i zadania. Warszawa 1982.
2. Kirejczyk J. — Analiza statystyczna zależności wskaźnika zużycia wody od zasobności złoża siarki eksploatowanego metodą otworową. Tarnobrzeg, kwiecień 1991 (praca niepublikowana).
3. Kokesz Z., Nieć M. — Zmienność produkcji i zużycie wody na polu I kopalni Jeziórko i jej związek z wykształceniem złoża. Siarka 1975.
4. Krajewski R. — Prognozowanie zużycia wody gorącej w otworowej eksploatacji siarki. Zesz. Nauk. AGH XXII, Sesja Nauk. t. V 1972.
5. Krajewski R. — Problemy geologiczne w górnictwie otworowym siarki. W: Problemy eksploatacji otworowej surowców stałych. K-cz 1973.
6. Krajewski R., Michalski A. — Zużycie wody i wykorzystanie złoża przy podziemnym wytopianiu siarki. Zesz. Nauk. AGH, Górnictwo. Zesz. Spec. 1975.
7. Michalski A. — Proces podziemnego wytopiania siarki w świetle badań modelowych. Pr. dokt. AGH Kraków 1974.
8. Nieć M. — Typy tekstur rud siarki i ich wpływ na zachowanie się rudy w trakcie wytopiania. Technika Poszukiwań. nr 30, 1969.
9. Nieć M. — Wpływ niektórych czynników geologicznych na efekty wytopiania siarki z rudy. Zesz. Nauk. AGH, Górnictwo. Zesz. Spec. 1969.
10. Nieć M. — Zużycie wody na tonę siarki przy eksploatacji metodą podziemnego wytopiania. Zesz. Nauk. AGH, Górnictwo. Zesz. Spec. 1975.
11. Nieć M. — Metodyka rozpoznawania złóż siarki na potrzeby eksploatacji otworowej. Zesz. Nauk. AGH, Górnictwo t. 3, z. 3, 1977.
12. Nieć M. — Opinia dla Sądu Wojewódzkiego w Tarnobrzegu w sprawie stosowania wynalazku nr 144643 p.t. „Sposób i układ sterowania zasileniem wodą grzewczą pól górniczych i otworów wydobywczych w górnictwie otworowym siarki”. Kraków, 10 października 1990.
13. Opracowanie OBRPS „Siarkopol” — Kryteria bilansowości dla złóż siarki rodzimej przy eksploatacji metodą otworową. Tarnobrzeg, styczeń 1978.
14. Opracowanie OBRPS „Siarkopol” — Założenia techniczno-ekonomiczne kopalni siarki „Jeziórko” na lata 1991–2000. Tarnobrzeg 1989.
15. Rybicki S. — Geologiczno-inżynierskie problemy otworowej eksploatacji siarki. Zesz. Nauk. AGH, Górnictwo z. 20, nr 423, 1973.
16. Staroń T. — Opinia dla Sądu Wojewódzkiego w Tarnobrzegu w sprawie stosowania wynalazku nr 144643 p.t. „Sposób i układ sterowania zasileniem wodą grzewczą pól górniczych i otworów wydobywczych w górnictwie otworowym siarki”. Warszawa, 31 styczeń 1991.
17. Wiatr I., Marczał H. — Podstawy geologii złóż i hydrogeologii. Skr. Polit. Lubel., Wyd. Polit. Lubel. 1990.
18. Zieliński R. — Tablice statystyczne. Warszawa 1972.

INSTYTUT PRZEMYSŁU NAFTOWEGO JASIELSKIEGO OKRĘGU GÓRNICZEGO W KROŚNIE (1925–1931–1939)

W 1854 r. powstała pierwsza na świecie kopalnia ropy naftowej w Bóbrce, założona przez Ignacego Łukasiewicza, Karola Klobassę i Tytusa Trzecieckiego. Od tego momentu zaczął rozwijać się polski przemysł naftowy i to zarówno na polu górnictwa jak i przeróbki ropy.

W przemyśle tym nie było z początku zaplecza naukowo-badawczego, co jest zrozumiałe, gdyż była to całkiem nowa gałąź przemysłu. Na uniwersytetach w Krakowie i Lwowie były jednak katedry geologii, obsadzone przez wybitnych profesorów, którzy niekiedy interesowali się bardzo geologią naftową, np. we Lwowie sławny profesor Rudolf Zuber (1858–1920), w Krakowie równie ceniony profesor Józef Grzybowski (1869–1922).

W Szkole Politechnicznej we Lwowie czyli późniejszej Politechnice Lwowskiej w 1891 r. ustanowiono docenturę dla wykładów górnictwa naftowego i technologii ropy naftowej. Pierwszym docentem, a od 1896 r. profesorem dla encyklopedii górnictwa naftowego i nauki głębokiego wiercenia został zasłużony prof. inż. Leon Syroczyński (1844–1925). Przygotowania inżynierów dla przemysłu rafineryjnego na Wydziale Chemicznym wprowadzono w 1890 r. Pierwszym wykładowcą tego przedmiotu był Roman Załoziecki (1861–1916), docent technologii oleju skalnego i wosku ziemnego (1). Poprzednio technologię chemiczną wykladał prof. Bronisław Pawlewski (1852–1917), autor dobrego podręcznika z zakresu technologii chemicznej ropy naftowej. Wspomnieć też koniecznie trzeba prof. Bronisława Radziszewskiego (1838–1914), profesora chemii organicznej i farmaceutycznej Uniwersytetu Lwowskiego, twórcę teorii organicznego pochodzenia ropy naftowej i prekursora mikrobiologii naftowej. Były to placówki akademickie, uczelniane. Nie było jednak żadnej placówki utrzymywanej i współpracującej bezpośrednio z górnictwem naftowym.

Dopiero w połowie 1912 r. powstała w Borysławiu, ówczesnym największym polskim centrum przemysłu naftowego, Stacja Geologiczna założona staraniem Izby Pracodawców w Przemysle Naftowym w Borysławiu i Okręgowego Urzędu Górniczego w Drohobyczu przy poparciu Związku Techników Wiertniczych w Borysławiu. Prace Stacji rozwijały się dobrze do wybuchu I wojny światowej, kiedy to Stacja została zniszczona przez wojska rosyjskie. Po wojnie, 1919 r. została ponownie uruchomiona. Jej kierownikiem został wybitny geolog dr Konstanty Tolwiński. Z biegiem lat, w 1932 r. nazwę Stacji zmieniono na Karpacki Instytut Geologiczno-Naftowy w Borysławiu. Instytut ten rozwijał się pomyślnie, zyskał wielki autorytet i dotrwał do wybuchu II wojny światowej we wrześniu 1939 r. Główne zainteresowania Instytutu dotyczyły opracowania geologii regionu Zagłębia Borysławskiego i Karpat Wschodnich.

Nic więc dziwnego, że podczas geologicznej konferencji karpackiej, która zgromadziła polskich geologów

karpackich i naftowych i odbyła się w maju 1923 r. w Borysławiu staraniem Stacji Geologicznej w Borysławiu, postulowano utworzenie podobnych placówek geologicznych w Krośnie dla Zagłębia Jasielskiego i w Bitkowie dla Karpat wschodnich (4).

Spadek wydobywania ropy w Zagłębiu Borysławskim spowodował, że zwrócono większą uwagę na możliwości produkcyjne Zachodniego Zagłębia Naftowego. Tereny te miały stosunkowo dobre możliwości poszukiwawcze i pewne możliwości wzrostu wydobywania ropy naftowej a zwłaszcza gazu ziemnego.

Na obszarze podlegającym Jasielskiemu Urzędowi Górniczemu znajdowały się najstarsze polskie kopalnie ropy naftowej jak np. Bóbrka. Do wydajnych kopalń naftowych zaliczyć można było w tych latach, wymieniając od zachodu, kopalnie w miejscowościach Gorlice, Kryg, Lipinki, Dominikowice, Ropica Polska, Harłkowa, Sądkowa, Dobrucowa, Jaszczew, Potok, Turaszówka, Równne, Węglówka, Turzepole, Grabownica, Humniska, Tyrawa Solna. Kopalnie gazowe były w miejscowościach Białkówka, Brzezówka, Męcinka, Roztoki, Sądkowa i Strachocina.

W latach trzydziestych obniżono znacznie koszt wierceń za gazem, dzięki zmianie systemu zarurowania otworów, co przyniosło około 30% obniżki kosztów wiertniczych i wysunęło w rezultacie tereny gazowe na czoło gospodarki przedsiębiorstw. W 1936 r. w koncernie „Małopolska” uznano dział gospodarki gazowej za nadzwyczaj ważny i produkcja gazoliny zaczęła przynosić ogromne zyski. Od około 1936 r. stosowano już powszechnie linowy, pensylwański system wiercenia odwiertów, który był szybszy od systemu żerdziowego polsko-kanadyjskiego. Zarucono też metodę tłokowania otworów eksploatacyjnych (5). Wydobywanie ropy wynosiło w 1927 r. 7 265 cystern. a w 1938 r. 13 645 cystern. W 1927 r. uwiercono 25 887 m, a w 1938 r. 77 951 m¹).

W 1919 r. rozpoczęła się rozbudowa gazociągów. Były to kolejne gazociągi Męcinka-Jasło, Męcinka-Krosno, w 1920 r. Jasło-Glinik Mariampolski, w 1921 Krosno-Iwonicz, w 1933 r. Roztoki-Tarnów (Mościce), a w latach 1937–1938 Roztoki-Sandomierz-Starachowice. Wydobywanie gazu ziemnego wyniosło w 1928 r. 45 537 tys. m³, a w 1938 r. 183 612 tys. m³.

Na obszarze Okręgowego Urzędu Górniczego w Jasle pracowały od 1930 r. gazoliniarnie w Grabownicy, Równem, Turaszówce, Jedliczu, Roztokach, Gliniku Mariampolskim i być może w Kobylance. W 1930 r. wyprodukowano 19,7 cystern gazoliny, a w 1938 r. 40 cystern.

Koncern naftowy „Małopolska” wybudował w 1928 r. nowoczesną elektrownię w Męcince-Brzezówce. Do napędu prądnic zastosowano silniki gazowe. Prąd z elektrowni w Męcince służył do elektryfikacji kopalni i był też

¹⁾— Wszystkie dane statystyczne zaczerpnięto z czasopism „Statystyka i Geologia Polska” i „Kopalnictwo Naftowe w Polsce”, 1928–1938

Tabela 1

Wydobycie ropy w cysternach
1 cysterna = 10 000 kg

Rok	Polska razem	Okręg Górniczy Jasło	
		Wydobycie	%
1927	71 626	7 265	10,1
1928	73 600	7 619	10,4
1929	66 851	7 361	11,0
1930	66 276	8 535	12,9
1931	63 028	9 765	15,3
1932	55 668	9 582	17,2
1933	55 067	9 645	17,5
1934	52 920	9 538	18,0
1935	51 476	9 908	19,2
1936	51 063	10 789	21,1
1937	50 130	11 769	23,5
1938	50 725	13 645	26,9

Tabela 2

Wydobycie gazu ziemnego
w tys. m³

Rok	Polska razem	Okręg Górniczy Jasło	
		Wydobycie	%
1927	453 600	45 537	10,0
1928	459 531	44 054	9,6
1929	466 683	49 135	10,5
1930	486 500	75 432	15,5
1931	473 823	86 719	18,3
1932	436 930	86 347	19,8
1933	462 211	97 664	21,1
1934	468 954	121 083	25,8
1935	485 409	136 476	28,1
1936	483 303	131 437	27,2
1937	530 497	152 486	28,7
1938	584 513	183 612	31,4

dostarczany do miejscowości na Podkarpaciu zachodnim (2).

Na tym terenie pracowały rafinerie koncernu „Małopolska” w Jedliczu i w Gliniku Mariampolskim. Nowoczesna rafineria w Jasle, należąca do firmy Gartenberg i Schreier była w 1939 r. zastanowiona. Rafinerie w Targowiskach-Iwoniczu i w Krośnie W. Stawiarzkiego były nieczynne. Prócz tego były małe rafinerie w Stróżach, Gorlicach, Ropicy, Kłęczanach o bardzo małej zdolności przerobczej i przestarzałych prymitywnych urządzeniach.

W górnictwie naftowym zatrudnionych było w 1930 r. 2 788 robotników, a w 1938 r. 4 103.

Prawdopodobnie, biorąc pod uwagę możliwości rozwoju górnictwa naftowego w tym rejonie, grono przemysłowców naftowych postanowiło powołać do życia Stałą Komisję Techniczną przy Okręgowym Urzędzie Górniczym w Jasle. Okręgowy Urząd Górniczy w Jasle powstał w 1886 r. Urzędy górnicze na terenie Galicji działały w oparciu o krajową ustawę górniczą z 1884 r. W galicji a potem w Polsce działały dwa Wyższe Urzędy Górnicze w Krakowie i we Lwowie i trzy Okręgowe Urzędy

Tabela 3

Produkcja gazoliny
w kg

Rok	Polska razem	Okręg Górniczy Jasło	
		Produkcja	%
1929	34 504 470	—	—
1930	38 493 650	197 249	0,5
1931	40 981 022	1 455 593	3,6
1932	38 832 676	2 521 915	6,5
1933	41 978 426	4 035 312	9,6
1934	40 738 089	4 436 585	10,9
1935	39 482 408	3 831 056	9,7
1936	39 881 807	3 476 616	8,7
1937	40 783 509	3 586 339	8,8
1938	43 015 399	4 008 588	9,3

Tabela 4

Wykaz metrów uwierconych

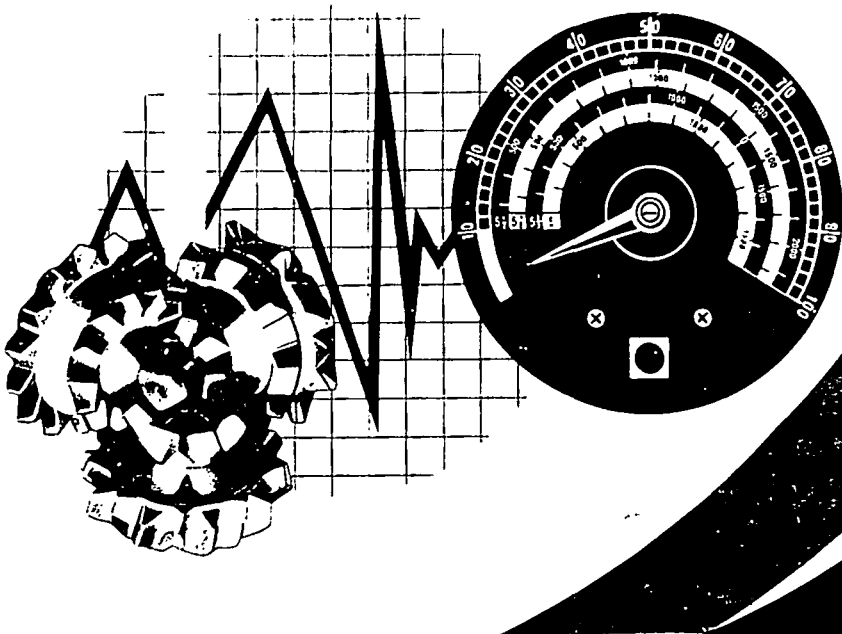
Rok	Polska razem	Okręg Górniczy Jasło	
		m	%
1927	101 445	25 857	25,5
1928	94 585	28 558	30,2
1929	98 912	33 825	34,2
1930	117 032	38 551	32,9
1931	74 514	28 666	38,5
1932	58 478	25 267	43,2
1933	66 901	32 382	48,4
1934	77 933	37 703	48,4
1935	86 122	39 499	45,9
1936	107 001	48 166	45,0
1937	139 247	66 908	48,0
1938	151 207	77 951	51,6

Górnictwo w Jasle, Drohobyczu i Stanisławowie, związane z górnictwem naftowym. Była to władza górnicza sprawująca nadzór fachowy nad przedsiębiorstwami górniczymi. Urzędy górnicze badały wszechstronnie warunki przedsiębiorstw pod względem geologicznym, technicznym a także gospodarczym, zezwalały na otwarcie nowych kopalń, zatwierdzały plany, których kopalnie nie mogły zmieniać na własną rękę, kontrolowały pracę kopalń i jej wyniki, wreszcie wydawały orzeczenia o warunkach likwidacji przedsiębiorstwa. Gdy w latach trzydziestych został utworzony Państwowy Fundusz Popierania Wiertnictwa, urzędy górnicze wydawały orzeczenia o warunkach przedsiębiorstwa do ubiegania się o pożyczkę. Działalność urzędów górniczych była ściśle oparta na ustawodawstwie górniczym (5).

Terytorialnie Okręgowy Urząd Górniczy w Jasle obejmował Jasielski Okręg Górniczy, w skład którego wchodziły powiaty gorlicki, nowosądecki, jasielski, krośnieński, brzozowski i sanocki.

Inicjatywa powołania Stałej Komisji Technicznej wyszła ze strony inż. Ludwika Stockera, dyrektora koncernu „Dąbrowa” w Krośnie, włączonego później do koncernu „Małopolska”.

Stała Komisja Techniczna jako organ doradczy Okręgowego Urzędu Górniczego w Jasle powstała w 1925 r. staraniem i kosztem przemysłu naftowego Zachod-



Bimonthly "Exploration Technology, Geosynoptics and Geothermal Energy" oriented on principles and methods of:

- prospection/exploration for liquid and solid mineral deposits;
- forecasting and planning of exploration works;
- technique and technology in exploration;
- technological and economic criterions in prospection, exploration and recovery of minerals;
- mining operations and recovery of liquid minerals;
- recovery and utilization of geothermal energy;
- progress in science and technology hastening development in exploration and mining;

presents papers on:

drillings, ecology and natural resource's protection, geochemistry, geography geophysics, geosynoptics, geotechnics, geothermal energy, heat engineering, hydrogeology, information science, mapping, mineral economy, mineral engineering, mining, petrography, remote sensing, surveying.

(The editors give preferences to papers on results of original research works carried out by the sponsoring institutions)

INSTRUCTION FOR AUTHORS

1. Volume and layout of text, equations and formulas –

The original paper in two copies carefully typed must not exceed twenty (20) pages of doubly spaced (30 typewritten lines) — international A4 sheets; letter spacing should be 10 pt (i.e. approx. 65 letters per 170 mm):

- type only on one side of the A4 sheets;
- use double line spacing in the text;
- do not run over into margins which should remain 3 cm wide on the left-hand-side and 1 cm wide on the right-hand-side of each page.

Please type equations and formulas carefully making sure that the position of superscripts, subscripts, and indices is obvious (e.g. R^e , R_e , Re); if a symbol can not be typed please draw it mechanically in black ink.

2. Head of the first page –

Put at the head of the first page:

- author's full name and surname;
- office name and address, telephone number;
- home address or banking address to which financial matters would be directed.

3. Figures and photos –

Submit figures and photos in two (2) copies in a size not larger than 14X48 cm to cover one column, and 33X48 for two (2) adjacent columns.

Original line drawings should be made with India ink on drawing cloth/tracing paper; photostat acceptable as a second copy.

Photographic reproductions and photos will be acceptable only if they are black & white on glossy paper and are of excellent quality.

Authors should keep in mind that everything will be reduced to approx. 75 or 50 percent. Therefore 3 mm should be the minimum size of letters in the originals and all lines in the drawings should be at least 0.3 mm thick.

Please keep figures as simple as possible, avoid excessive notes and designations, and all symbols, numbers and other reference marks should be repeated in captions and fully explained.

Number figures (Fig.) consecutively in Arabic numerals in the order in which reference is made to them in the text, making no distinction between diagrams and photos.

4. Captions and explanations of symbols used in figures should be typed on separate sheets.
5. Mark places where, preferably, figures should be inserted.
6. Attach synopsis in English of not more than 1/2 page (150 words).
7. At the end of the paper list all references in alphabetical order of author's names; give name, initials, title of publication, name of journal, year and number of issue, or year and place of issue for books; Russian bibliography write phonetically using Latin characters.
8. Editors have their rights reserved to abridge texts and to adjust style where necessary, without distorting the merit of paper.
9. Please, read your paper carefully before submitting it to editors.

Tabela 5

Wykaz wierceń nowouruchomionych

Rok	Polska razem	Okręg Górniczy Jasło	
		Liczba	%
1927	149	70	18,1
1928	137	63	20,4
1929	154	68	44,2
1930	194	86	43,2
1931	134	76	56,7
1932	100	58	58,0
1933	117	66	56,4
1934	169	106	62,7
1935	171	96	56,1
1936	256	133	52,0
1937	353	192	54,4
1938	374	221	59,1

dniego Zagłębia Naftowego. Miała przyczynić się do podniesienia poziomu technicznego górnictwa naftowego we wszystkich jego dziedzinach. W skład komisji wchodził geologowie i naftowi inżynierowie górniczy. Pracę swą wykonywali społecznie, bezpłatnie. Komisja prowadziła działalność naukowo-badawczą i może miała decydujący głos doradczy w zakresie naukowego rozwiązywania zadań górnictwa naftowego i gazowego.

Komisja zbadała i opracowała wiele terenów kopalnianych przy współpracy miejscowych geologów, przez co została stworzona podstawa tak dla wyznaczenia nowych otworów jak i zamykania wody oraz badań zawadnienia poszczególnych złóż naftowych. Na czele Stałej Komisji stał z urzędu naczelnik Okręgowego Urzędu Górniczego w Jasle, inż. Aleksander Onyszkiewicz, zastępcami przewodniczącego byli dyrektor Adam Paszkowski i dyr. Artur Rappé, członkami dyr. H. Holdun, inż. J. Klewski, dyr. inż. Adam Kowalski, dyr. inż. Ludwik Stocker, dyr. Zdzieniski. Zastępcami członków Wydziału byli M. Biliński, dyr. Ludwik Dankmeyer, inż. Aleksander Nowakowski, inż. Henryk Olszewski, inż. Z. Piechorski, inż. Mieczysław Redych, dr Marian Starowieyski, J. W. Tokarski.

Podczas walnego zebrania Stałej Komisji Technicznej w Jasle w dniu 29 I 1931 r. omawiano projekt utworzenia w okręgu krośnieńsko-jasielskim filii Stacji Geologicznej w Boryslawiu, a wysunięty na Zjeździe Geologiczno-Naftowym we Lwowie w dniu 15 I 1931. W referacie „Organizacja służby geologicznej w przemyśle naftowym”, wygłoszonym na tym Zjeździe przez dr. St. Weignera, przedstawiono działalność Stałej Komisji w Jasle w niekorzystnym świetle, zarzucając jej m.in. nie rozpowszechnianie wyników swoich badań oraz brak publikacji o wykonanych pracach. Ten projekt utworzenia filii był powyższy bez porozumienia z przemysłowcami naftowymi okręgu jasielskiego i nie zyskał poparcia członków Stałej Komisji Technicznej w Jasle (9). Być może, nie chciano podporządkować się Stacji Boryslawskiej.

Poprzednio, w czasie II Zjazdu Naftowego, jaki odbył się w Jasle i w Krośnie w dniach 28-30 września 1928 r., w Zjeździe połączonym z uroczystymi obchodami 75. rocznicy zapalenia lampy naftowej Ignacego Łukasiewicza we Lwowie, a zorganizowanymi przy pomocy m.in. Izby Pracodawców w Przemysle Naftowym w Krośnie, Okręgowego Urzędu Górniczego w Jasle i

Stałej Komisji Technicznej w Jasle, uchwalono rezolucję w sprawie powołania w Polsce instytutu naftowego. Żądano od firm naftowych funduszy na jego utrzymanie i działalność. Proponowano, aby przemysł przeznaczył kwotę w wysokości 1% wartości wydobywanej ropy i gazu ziemnego. Proponowano też, aby Stałą Komisję Techniczną w Jasle nazwać Instytutem Przemysłu Naftowego. Zdawano sobie jednak sprawę, że ten instytut zajmowałby się jedynie wąskimi zagadnieniami z zakresu geologii; brakowało też pomieszczenia.

W czasie obrad I Zjazdu Geologiczno-Naftowego we Lwowie w grudniu 1929 r. podkreślono, że Komisja Techniczna przy Okręgowym Urzędzie Górniczym w Jasle pełniła niejako funkcje Stacji Geologicznej w okręgu zachodnim. Zwracano też uwagę na konieczność ściślejszego powiązania Komisji z Państwowym Instytutem Geologicznym i podkreślono, że sama instytucja powinna być bardziej niezależna od przemysłu. Podkreślono, że Karpaty w stosunku do Przedgórze odgrywają nadal rolę dominującą pod względem badań geologicznych. Przypomniano też na tym Zjeździe, że badaniami geologicznymi terenów zachodnich zajmowało się wielu cenionych geologów naftowych jak Jerzy Strzetelski, Julian Obtulowicz, Stanisław Weigner, W. V. Wyszynski, Wawrzyniec Teisseyre, Jan Nowak, Stanisław Krajewski, Henryk Świdziński, Stanisław Jaskólski, Zdzisław Opol-ski, Ludwik Horwitz, Antoni Gawel, Joachim Hempel (8).

Z początkiem 1931 r. Izba Pracodawców w Przemysle Naftowym w Krośnie ofiarowała swój obszerny budynek przy ulicy Lewakowskiego w Krośnie na potrzeby Stałej Komisji Technicznej. Rozwiązano w ten sposób korzystnie sprawę odpowiedniego pomieszczenia dla powstającego Instytutu Przemysłu Naftowego w Krośnie i stworzono możliwość utworzenia odpowiedniego archiwum i laboratorium chemicznego i pomieszczenia biurowego. Prócz oddania swego budynku, Izba Pracodawców zobowiązała się do wybudowania własnym kosztem osobnego budynku na pomieszczenia laboratorium ropnosolankowego dla analizy wód wglębnych. Sprawa analizy wód była dla Jasielskiego Zagłębia bardzo pilna i ważna.

Na zebraniu Wydziału jeszcze Stałej Komisji Technicznej w dniu 5 III 1931 r. ustalono skład poszczególnych komisji:

- podkomisja geologiczna, prócz stałych pracowników Komisji wchodził do niej geologowie firm należących do Stałej Komisji Technicznej oraz członkowie dokooptowani inż. J. Strzetelski, dr. B. Bujalski, dr J. Hempel. inż. A. Nieniewski, inż. J. Obtulowicz, inż. B. Trześniowski, Stefan Weigner, inż. J. J. Zieliński, zaproszono ponadto jako doradcę profesora Uniwersytetu Jana Kazimierza dr. Wojciecha Rogalę (1884-1947), który od 1912 r. rozpoczął współpracę z przemysłem naftowym i był cenionym ekspertem.
- podkomisja wiertnicza w składzie: inż. A. Nowakowski, dyr. A. Paszkowski, inż. Rymar, inż. A. Smagowicz, dyr. inż. L. Stocker, J. W. Tokarski.
- podkomisja gazowa w składzie: inż. Gigiel, inż. J. Klewski, inż. H. Olszewski, inż. Z. Piechorski, dyr. A. Rappé.
- podkomisja historyczno-ankietowa w składzie: mgr Kazimierz Magierowski, dyr. dr Jan Pawłowski, dyr. inż. L. Stocker. Miała się ona zająć wydaniem monografii przemysłu naftowego tamtejszego zagłębia (9).

Członkowie poszczególnych komisji pracowali całkowicie społecznie, nie otrzymując za udział w pracach i posiedzeniach żadnego wynagrodzenia.

Po uzyskaniu odpowiedniego lokalu Stałą Komisję Techniczną w Jaśle przemianowano w 1931 r. na Instytut Przemysłu Naftowego Jasielskiego Okręgu Górniczego w Krośnie, zapewniono parę etatów i przeniesiono do nowego lokalu w Krośnie. Był to jednopiętrowy murywany budynek. Na I piętrze było mieszkanie kierownika, na parterze biura, pracownice i kreslarnia. Na podwórzu wybudowano laboratorium chemiczne oraz garaż. Za garażem był obszerny ogród. Budynek piętrowy rozbudowano nieco później o dwa pomieszczenia na parterze i piętrze.

Na III Zjeździe Geologiczno-Naftowym jaki odbył się w grudniu 1933 r. we Lwowie, dr K. Tołwiński omówił wyniki badań geologicznych w Karpatach środkowych i zachodnich, na które przyszła kolej po opracowaniu Karpat wschodnich. Karpaty zachodnie były kolebką naszego przemysłu naftowego, nie zostały jednak — jego zdaniem — w całej pełni wykorzystane. Wszelkie dane przemawiały za tym, że w rejonie tym istniały jeszcze bogate złoża. Stwierdził, że produkcja tego rejonu nie była zbyt obfita, była jednak stateczna i długotrwała, co dawało możliwość równego, spokojnego rozwoju przemysłu.

Na tym Zjeździe inż. Nieniewski przedstawił referat o wierceniach poszukiwawczych na obszarze Jasielskiego Okręgu Górniczego w ostatnich pięciu latach. Wiercenia te prowadzono w trzech kierunkach: znalezienie nowych terenów, tu wykonano zaledwie 10 wierceń, z których jedynie tylko 2 były pozytywne (Strachocina, Rzepiennik Strzyżowski), następnie rozszerzenie już eksploatowanych i znanych terenów oraz znalezienie nowych, głębiej zalegających horyzontów. Wiercenia wykonane w dwu dalszych grupach miały rezultaty na ogół pozytywne i pozwoliły na wydatne zwiększenie produkcji w danych kopalniach i ujawniły nowe, korzystne możliwości.

Na tymże Zjeździe przyjęto z zadowoleniem informację o zapowiedzi drukowania materiałów dotyczących działalności Instytutu Przemysłu Naftowego w Krośnie i spodziewano się, że będą one publikowane co roku lub co dwa lata. Udostępnienie tego rodzaju materiałów, które ginęły dotychczas po biurach, miało bardzo poważne znaczenie (9).

VI Zjazd Naftowy odbył się w Krośnie w 1932 r. Współorganizatorem był m.in. Instytut Przemysłu Naftowego. W czasie Zjazdu odsłonięto w Krośnie pomnik Ignacego Łukasiewicza w 50. rocznicę jego śmierci. Uczestnicy Zjazdu podjęli wówczas rezolucję, w której podkreślono potrzebę stworzenia służbie kopalniogeoologicznej reprezentowanej przez Karpacką Stację Geologiczną w Boryslawiu — przemianowaną wkrótce w 1932 r. na Karpacki Instytut Geologiczno-Naftowy pod kierunkiem Konstantego Tołwińskiego — i Instytut Przemysłu Naftowego w Krośnie, trwałych podstaw finansowych. Zaapelowano więc do władz o uwzględnienie tych potrzeb w mającym się ukazać rozporządzeniu o organizacji funduszu wiertniczego (10).

Instytut Przemysłu Naftowego w Krośnie utrzymywał się głównie ze składek 57 firm finansujących jego działalność i należących do Izby Pracodawców w Przemysle Naftowym w Krośnie, zresztą wkrótce rozwiązanej.

W 1934 r. składki te uległy obniżeniu z powodu zmniejszenia produkcji, co nie zostało wyrównane wzrostem produkcji z nowych złóż w następnym latach. Nie-

dobór budżetowy musiał więc spowodować zmniejszenie prac planowanych do wykonania. Należało szukać źródła funduszy, co było jednak bardzo trudne (12).

Najwyższą władzą Instytutu było walne zgromadzenie członków, czyli przede wszystkim przedstawiciele przedsiębiorstw finansujących działalność Instytutu. Instytut działał pod ogólnym nadzorem naczelnika Okręgowego Urzędu Górniczego w Jaśle. Po przejściu na emeryturę w 1932 r. inż. A. Onyszkiewicza, obowiązki te pełnił inż. Bronisław Morawski.

Kierownikiem Instytutu został wychowanek Akademii Górniczej w Krakowie inż. August Nieniewski. Pozyskano do pracy absolwenta Oddziału Naftowego Politechniki Lwowskiej inż. Jana J. Cząstkę. Z Instytutem współpracowali geolodzy dr Joachim Hempel i inż. Jerzy Strzetelski. Przez krótki czas w Instytucie pracował inż. Józef Jakub Zieliński. W latach 1936–1938 pracował również inż. chemik, absolwent Politechniki Lwowskiej, Zbigniew Giela (1905–1985)(14).

Instytut zatrudniał 8 do 10 osób, w tym magistra chemika, dwóch kreslarzy, sekretarkę, szofera. Wybudowano osobno mały budynek dla laboratorium chemicznego dla analizy wód wglębnych i solanek. Zdaje się, że wyposażone ono było w aparat Podbielniaka do analizy gazów (12). Założono bibliotekę liczącą w 1939 r. około 2000 tomów.

Starano się wypełniać w miarę możliwości zadania nakreślone statutem tak w dziedzinie geologii jak eksploatacji i wiertnictwa. W 1934 r. sekcję gazową połączono z sekcją eksploatacyjną. Prowadzono prace mające na celu podniesienie produkcji ropy oraz obliczanie posiadane zapasy ropy. Ta praca była zlecona Instytutowi przez władze górnicze.

Sekcja geologiczna, której przewodniczącym był prof. dr Wojciech Rogala, a członkami w latach 1934–1938 dr B. Bujalski, dr S. Weigner, inż. J. J. Zieliński, inż. J. Obtułowicz, dr J. Hempel, Stefan Wegner, inż. Henryk Koczarski, inż. A. Nieniewski, inż. J. J. Cząstka, dr T. Chlebowski pracowała najbardziej aktywnie. W latach 1933–1938 wykonano zdjęcia geologiczne wschodniej części terenu gazowego w Jaszczwi. Wykonano zdjęcia geologiczne na mapie katastralnej gmin Lalin i Grabówka i wypełniono część brakującą do ogólnego zdjęcia fałdu Grabownicy. Przeprowadzono badania geologiczne kopalni położonych na fałdach Potoka, Grabownicy, Harkłowej, Iwonicza, Równego i Lipinek.

W 1938 r. wykonano mapę całego obszaru Lipinek w skali 1:5000, na której zaznaczono wszelkie otwory odwiercone oraz granice kopalni. Mapę składającą się z 4 arkuszy można było nabyć w Instytucie.

Przeprowadzono prace nad racjonalną rozbudową obszaru gazonośnego Sądkowa-Rozłoki-Sobniów. Sprawa ta stanowiła jedno z najważniejszych zagadnień Zachodniego Zagłębia Naftowego i od 1931 r. stała się przedmiotem dużego zainteresowania. Z powodu pewnych rozbieżności w tej sprawie, i na skutek decyzji Ministerstwa Przemysłu i Handlu opracowanie tego zagadnienia przekazano do Państwowego Instytutu Geologicznego. Spowodowało to konieczność uzupełnień map geologicznych terenu gazowego, zebranie i uzupełnienie szeregu dat i danych statystycznych, które były następnie dostarczone do Państwowego Instytutu Geologicznego, gdzie na ten temat odbyło się kilka konferencji z udziałem przedstawicieli Instytutu Przemysłu Naftowego. Wyniki konferencji oraz wnioski zostały przekazane do Ministerstwa Przemysłu i Handlu przez dyrek-

tora Państwowego Instytutu Geologicznego prof. Karola Bohdanowicza.

Na terenach gazowych pracownicy Instytutu Przemysłu Naftowego przeprowadzili (wykonali) zdjęcie geologiczne uzupełniające mapę geologiczną terenu gazowego w skali 1:5000 w okolicy Brzezówki, Hankówki i Warzyc. W tym celu na terenie Hankówki i Warzyc wykonano szereg kopanek.

Odbyto wiele wyjazdów na kopalnie celem obejrzenia próbek z wierconych otworów a nadto dla uzupełnienia archiwum Instytutu materiałami zebranymi na kopalniach.

Rozpoczęto opracowanie geologiczne brzegu nasunięcia magurskiego od Harkłowej do Kłęczan. Badania te miały być kontynuowane w 1939 r.

Rozpoczęto też wykonanie zdjęcia całego fałdu Lipinek w skali 1:5 000 na podkładzie katastralnym.

W 1939 r. zamierzono prowadzić dalsze badania na terenie gazowym w miejscowościach Gorajowice, Brzyszczyki, Warzyce, Zimna Woda oraz prowadzić badania na terenie Woli Jasieniowskiej i Komborskiej celem wyjaśnienia tamtejszej budowy geologicznej.

Wykonano ponadto mapę warstwicową terenu, na którym miała być budowana zaporą rożnowska (6).

Wiercenia poszukiwawcze na Przedgórzu prowadzone przez firmy „Galicja” i „Polmin” nie doprowadziły do odkrycia złoża gazowego na skalę przemysłową.

Pracownicy Instytutu podkreślali, że wiercenia w tym rejonie są celowe, jednakże powinny być one poprzedzone bardzo szczegółowymi badaniami geologicznymi. Powinno się też przeprowadzać badania metodami geofizycznymi, co w połowie lat 30 świadczyło o dobrej orientacji pracowników Instytutu w ogólnych trendach światowych w przemyśle naftowym.

Instytut przeprowadził rejestrację otworów na terenie Jasielskiego Urzędu Górniczego.

W laboratorium wykonywano analizy solanek i rop. W 1938 r. wykonano 49 takich analiz oraz 29 analiz rud żelaza.

Sekcja eksploatacji, do której w 1934 r. włączono sekcję gazową z przewodniczącym inż. Maksymilianem Figerchutem zajmowała się usprawnieniem metod eksploatacji ropy na kopalniach. Przeprowadzono pomiary ciśnień w głębinach w otworach świdrowych na kopalniach ropy, gdzie wydobywanie ropy odbywało się za pomocą łyżkowania i tłokowania w Jaszczwi, Męcince, Grabownicy, Humniskach i Równem. Zajmowano się problemem eksploatacji otworów samoczynnych. Zbierano dane i przeprowadzono analizę. Prace te przyniosły dobre wyniki w usprawnieniu sposobów wydobywania ropy i zdaniem niektórych mogły spowodować, że kopalnie na terenie Okręgowego Urzędu Górniczego w Jaśle mogły przodować i stać się ośrodkiem postępu w dziedzinie eksploatacji ropy i gazu.

Przebadano konstrukcję systemu eksploatacji ropy za pomocą tłokowania bezprzewodowego pomysłu inż. Bruna Schweigera. Wydano opinię, że eksploatacja tych systemów jest racjonalna z punktu widzenia złożowego i że system ten w pełni zasługuje na przeprowadzenie prób pompowania.

Rozpatrzono i ustalono plan zamykania wód w części fałdów Lipinek i Krygu.

Pracownicy Instytutu brali udział w konferencji w sprawie zamiany niektórych warunków zamykania wód w głębinach na tzw. terenie gazowym.

Podjęto prace nad uzgodnieniem odbudowy ciśnienia złożowego w Potoku. Uzgodniono postępowanie, poro-

zumiano się z poszczególnymi firmami. Ponieważ jednak opracowanie planu racjonalnej rozbudowy i eksploatacji obszaru Śądkowa-Roztoki okazała się pilniejsza, sprawa wspólnej odbudowy ciśnienia złożowego w Potoku musiała być znów odłożona. Stwierdzono potrzebę opracowania takiego samego planu dla kopalni w Krygu a szczególnie w Lipinkach. Prace te były o tyle trudne i skomplikowane, że wymagały kompleksowego, całościowego opracowania i że do tej wspólnej akcji trzeba było przekonać poszczególnych właścicieli kopalni.

Instytut chciał zakupić przyrząd do pomiarów ciśnień w głębinach. Cena takiego urządzenia w USA wynosiła około 1500 dolarów. Fundusze Instytutu nie pozwalały na taki wydatek. Postanowiono zatem wykonać w kraju podobny przyrząd. Konstrukcji tego urządzenia podjął się inż. Józef Ostaszewski, znany po 1945 r. wynalazca i racjonalizator. Nie wykonał go jednak z powodu powołania do wojska na wiosnę 1939 r.

Na skutek zaleceń komisji gazowej Instytut zakupił dla Okręgowego Urzędu Górniczego w Jaśle specjalny manometr. Manometrem tym wykonywano pomiary ciśnień głowicowych na otworach gazowych w Śądkowej i Roztokach.

W 1939 planowano kontynuację prac nad odbudową ciśnienia złoża w Potoku i Lipinkach.

Sekcja wiertnicza, której przewodniczącym był dyr. Adam Paszkowski a członkami St. Bielewicz, inż. J. J. Czastka, dyr. L. Dankmeyer, St. Kafol, inż. A. Nowakowski, Konstanty Okólski i J. Tokarski, zajmowała się sprawą zgniecenia rur w otworze świdrowym nr 2 na kopalni w Humniskach. Stwierdzono, że zgniecenie rur nastąpiło pod wpływem działania wody i wskutek ruchów złoża. Jednakże sekcja wiertnicza nie wykazywała na ogół większej aktywności.

Instytut Przemysłu Naftowego w Krośnie wykonał szereg opinii dla Okręgowego Urzędu Górniczego w Jaśle dotyczących w głównej części planów zarurowania otworów. Wydano orzeczenie dla Inspektora Pracy w Nowym Sączu, że prace w kopalniach ropy w zakresie ruchu wiertniczego należy zaliczyć koniecznie do kategorii pracy o ruchu ciągłym, czyli, że prace muszą być wykonywane w nocy, w niedziele i święta.

Podkomisja historyczno-ankietowa, której przewodniczył mgr Kazimierz Magierowski starała się zbierać stare dokumenty i materiały historyczne kopalniane, aby kiedyś, gdy będą odpowiednie fundusze, można było opracować monografię przemysłu naftowego, którego kolebką było Zagłębie Zachodnie. Ponieważ podobne prace prowadziła spółka „Pionier” we Lwowie, starano się połączyć prace m.in. bibliograficzne i archiwalne.

Z Okręgowego Urzędu Górniczego w Jaśle otrzymano kilka oryginalnych listów Ignacego Łukasiewicza z lat 1869 i 1875 oraz dokumenty zmian kontraktów spółki kopalni nafty w Ropiance koło Dukli. Dokumenty te zawierały kilka ciekawych dat z historii tej kopalni jak i ówczesnych stosunków naftowych. Prawdopodobnie dzięki staraniom podkomisji wydrukowano na łamach „Przemysłu Naftowego” w 1933 r. źródłowe i cenne wspomnienia Ferdynanda Jastrzębskiego „Fragmenty z pamiętników starych nafciarzy”.

Zakończono rejestrację starych otworów na terenie powiatu nowosądeckiego i dawnego grybowskiego (12, 13).

Przeprowadzono wiele badań i obserwacji na różnych złożach ropy naftowej i gazu ziemnego, zdobyto duże doświadczenie w dziedzinie racjonalnej gospodarki złożami ropy i gazu oraz stosowania różnych metod eksploatacji.

Instytut współpracował z Biurem Wojskowym Ministerstwa Przemysłu i Handlu w sprawie organizacji polskiego przemysłu naftowego na wypadek wojny (3).

Instytut organizował kursy dokształcające dla maszynistów i motorowych. Opracował i wydał skrypt dla tego rodzaju pracowników przemysłu naftowego.

Organizowano też w Instytucie wycieczki naukowe dla studentów Akademii Górniczej w Krakowie i Politechniki Lwowskiej. W 1938 r. pomagano w zorganizowaniu wycieczki posłów i senatorów do Jasielskiego Zagłębia Naftowego.

W dość skromnym zakresie prowadzono akcję odczytową.

Instytut Przemysłu Naftowego w Krośnie był za mały i za biedny, aby wydawać we własnym zakresie czasopismo czy inne wydawnictwa. Artykuły pracowników Instytutu, głównie inż. A. Nieniewskiego i inż. J. J. Czastki drukowane były na łamach najpoważniejszego naftowego czasopisma polskiego tych lat „Przemysł Naftowy”. Artykuły opatrzone były podtytułem „Z prac Instytutu Przemysłu Naftowego w Krośnie” (11, 13).

Jak podano poprzednio, Instytut Przemysłu Naftowego w Krośnie związany był dość ściśle przez nieoficjalnego doradcę prof. Karola Bohdanowicza z Państwowym Instytutem Geologicznym w Warszawie. Drugim doradcą był prof. dr Wojciech Rogala z Uniwersytetu Jana Kazimierza we Lwowie.

Wydaje się, że Instytut w Krośnie nie chciał na ogół korzystać z doradztwa Karpackiego Instytutu Geologiczno-Naftowego w Borysławiu i jego kierownika dr. Konstantego Tolwińskiego. Może w Krośnie obawiano się ewentualnego zbyt podporządkowania się wymaganiom, planom i metodom pracy borysławskiej placówki, która na ogół nie zajmowała się zagadnieniami naftowych terenów zachodnich, a może przyczyną tego były całkiem inne, może działały jakieś niechęci, animozja, ambicje... Trudno to dziś wyjaśnić.

Natomiast współpraca Instytutu Przemysłu Naftowego w Krośnie z Państwowym Instytutem Geologicznym i prof. Bohdanowiczem była dość ścisła.

W maju 1939 r. kierownika Instytutu powołano do służby wojskowej. Prace Instytutu przebiegały znacznie wolniej i uległy zahamowaniu.

W latach wojny w laboratorium ropno-solankowym Instytutu wykonywano bieżące, rutynowe badania potrzebne dla przemysłu naftowego tego rejonu.

W czasie działań wojennych, w jesieni 1944 r. jeden pokój w Instytucie został wypalony, trzeba było położyć podłogę i remontować go (7).

Dzięki inicjatywie inż. Józefa Wojnara cały budynek wraz z laboratorium na podwórzu przeznaczono dla powstającego Instytutu Naftowego, który oficjalnie został powołany do życia w styczniu 1945 r., zaś dyrektorem nowego Instytutu Naftowego został inż. Józef Wojnar. Zapewne fakt istnienia przed wojną w Krośnie Instytutu Przemysłu Naftowego ułatwił powołanie nowego Instytutu Naftowego.

Czy działalność Instytutu Przemysłu Naftowego w Krośnie przyczyniła się do poprawy sytuacji technicznej i gospodarczej Zagłębia Jasielsko-Krośnieńskiego, czy przyczyniła się do odkrycia nowych złóż, trudno powiedzieć, wydaje się jednak, że w miarę swych skromnych możliwości, Instytut ten miał dodatni i korzystny wpływ na rozwój górnictwa naftowego tego rejonu.

Należy jeszcze wspomnieć, że w okresie międzywojennym istniała Komisja Techniczna w Bitkowie, w

wschodnich Karpatach, przy Okręgowym Urzędzie Górniczym w Stanisławowie. Działała prawdopodobnie na podobnych zasadach jak Stała Komisja Techniczna przy Okręgowym Urzędzie Górniczym w Jaśle. O jej pracach nic nie wiadomo. Działała ona pod opieką naczelnika Okręgowego urzędu Górniczego w Stanisławowie inż. Henryka Stauffera. Wśród jej członków byli znani i cenieni pracownicy przemysłu naftowego m.in. Włodzimierz Łodziński — przewodniczący, inż. Aleksander Bania, dr Bolesław Bujalski, E. Czerny, inż. Wiktor Kulczycki (11).

L I T E R A T U R A

1. C z ą s t k a J. J. — Rozwój wyższego szkolnictwa naftowego na ziemiach polskich. Zesz. nauk. AGH. Górnictwo naftowe. Kraków 1960, zes. 21.
2. C z ą s t k a J. J. — Dzieje przemysłu naftowego w Krośnieńskim. Monografia: Krosno tom 2. Kraków 1972.
3. C z ą s t k a J. J. — Kopalnia ropy naftowej w Bóbrce. Kraków 1989.
4. Geologiczna konferencja karpacka 13–14 V 1923. Biul. 2. Stacja Geol. w Borysławiu, Borysław 1923.
5. M e n d y s M. — O kopalnictwie naftowym na terenie powiatu jasielskiego w latach 1918–1939. Małopolskie Studia Historyczne, VI zes. 1/2: 1963 s. 128
6. M i k u c k i A. — Od Instytutu Przemysłu Naftowego przez Wiercenia Poszukiwawcze do Rafinerii Nafty. Pamiętnik. Maszynopis. Archiwum Klubu Seniora Naftowca w Krakowie
7. O s t a s z e w s k i J. — Wspomnienia o przemyśle naftowym. Maszynopis. Archiwum Klubu Seniora Naftowca w Krakowie.
8. Pamiętnik I Zjazdu Geologiczno-Naftowego. Lwów 1929. Warszawa-Borysław-Lwów 1930.
9. Przemysł Naftowy 6, 1931.
10. Przemysł Naftowy 7, 1932.
11. Przemysł Naftowy 9, 1934.
12. Przemysł Naftowy 10, 1935.
13. Przemysł Naftowy 14, 1939.
14. Nafta, 1985, nr 7–8.

LUDWIK STOKER (1879–1932)

Urodził się 10 XII 1879 r. w Gorzycach koło Żmigrodu jako syn Williama spolonizowanego Anglika, współpracownika Ignacego Łukasiewicza. L. Stocker studiował na Wydziale Budowy Maszyn Szkoły Politechnicznej we Lwowie, a następnie w Zurichu w Eidgenössische Technische Hochschule. Od 1904 r. rozpoczął pracę w przemyśle naftowym w Schodnicy jako konstruktor i wiertnik w warsztatach i na kopalni Wacława Wolskiego. Praca u W. Wolskiego była znakomitą praktyką, rozwijającą inicjatywę inżynierską i poczucie obowiązku i patriotyzmu. W 1905 r. pracował przy wierceniach taranem Wolskiego.

W latach 1909–1912 L. Stocker był kierownikiem kopalni firmy „Erdöl Werke” a od 1914 r. prowadził wiercenia poszukiwawcze w Jasińcu Solnej koło Borysławia w spółce akcyjnej „Nafta”.

Po I wojnie światowej, w której brał udział m.in. jako oficer austriackiej marynarki wojennej na łodziach podwodnych, powrócił do pracy w S. A. „Nafta”. W 1919 r. rozpoczął pracę w firmie „Dąbrowa” jako zastępca dyrektora oddziału w Krośnie. Na tym stanowisku pozostał po przejęciu firmy „Dąbrowa” przez koncern „Małopolska”. L. Stocker starał się wprowadzić naukowe przesłanki w wiertnictwie. Włożył on wiele wysiłku i wiedzy w rozbudowę i

JÓZEF CZĄSTKA (1889–1990)

polepszenie techniki wiertniczej i eksploatacyjnej. Zainicjował wybudowanie gazoliniarni na kopalni w Równem oraz w 1931 r. wybudowanie laboratorium chemiecznie-gazowego dla Zagłębia Krośnieńskiego. Przed śmiercią wspólnie z inż. Barzykowskim i inż. Dudekiem pracował nad konstrukcją aparatu do mierzenia krzywizn i kierunku upadu warstw w otworach wiertniczych (zyroskop).

Prześiąknięty ideami W. Wolskiego brał czynny udział w pracach społecznych. Działal w Związku Techników Wiertniczych w Borysławiu. Od 1925 r. był członkiem Zarządu Stowarzyszenia Polskich Inżynierów Przemysłu Naftowego oraz Krajowego Towarzystwa Naftowego we Lwowie.

Był inicjatorem powołania Stałej Komisji Technicznej przy Okręgowym urzędzie Górniczym w Jaśle i pracował wydajnie w sekcji wiertniczej. Był przewodniczącym Izby Pracodawców w Przemysle Naftowym w Krośnie. Zajmował się czynnie sprawą budowy pomnika I. Łukasiewicza w Krośnie. Był członkiem Krośnieńskiej Rady Powiatowej, Rady Miejskiej Krosna i innych.

Zmarł nagle w Krośnie dnia 17 I 1932 r.

AUGUST NIENIEWSKI (1901–1987)

Urodził się 18 XI 1901 r. w Paszkówce. Ukończył Wydział Górniczy Akademii Górniczej w Krakowie. Pracę dyplomową złożył u prof. Karola Bohdanowicza w 1929 r.

W latach 1918–1920 był ochotnikiem w Drugim Pułku Szwoleżerów Rokitniańskich. W 1927 r. rozpoczął pracę w firmie „Karpaty” w Borysławiu. W latach 1928–1931 pracował w firmie „Małopolska” w Borysławiu na stanowisku młodszego geologa.

Od 1931 r. do 1939 był kierownikiem Instytutu Przemysłu Naftowego w Krośnie. W tych latach opublikował szereg wartościowych artykułów z zakresu geologii naftowej i eksploatacji złóż ropy i gazu w czasopiśmie „Przemysł Naftowy”. W maju 1939 r. powołany do Wojska Polskiego. Przez Rumunię, Francję dotarł do Brygady karpackiej i brał udział we wszystkich walkach w latach 1941–1942, łącznie z obroną Tobruku. Następnie był w II Korpusie we Włoszech. W latach 1944/46 był oficerem łącznikowym przy angielskiej administracji wojskowej dla polskich obozów wojskowych.

W latach 1946–1947 odbył studia podyplomowe z geologii przemysłowej złóż miedzi w Royal School of Mines w Londynie.

Od 1947 r. przebywał w Argentynie w Buenos Aires i pracował w Fabricaciones Militares. W latach 1955–1957 pracował w Compania Minerale de Bolivia w Oruro jako geolog rejonowy dla kopalń cyny, miedzi, srebra i cynku. W 1957 r. przeszedł na emeryturę. Zmarł w 1987 r.²⁾

Urodził się 13 VIII 1899 w Krościenku Niżnym powiat Krosno w rodzinie naftowej. W 1916 r. zdał egzamin dojrzałości w Szkole Realnej w Krośnie. W 1917 r. powołany został do służby wojskowej w Armii Austriackiej i był na froncie wojennym w północnych Włoszech w Alpach. W grudniu 1918 r. zgłosił się jako ochotnik do służby w Armii Polskiej. W 1919 r. służył pod dowództwem porucznika Stanisława Maczka i brał udział w wojnie polsko-ukraińskiej. Był następnie na froncie litewsko-białoruskim do końca wojny polsko-bolszewickiej.

W 1920 r. rozpoczął studia na Wydziale Mechanicznym, Oddział Naftowy Politechniki Lwowskiej. Studia zakończył w 1933 r. uzyskując dyplom inżyniera.

W latach 1928–1930 pracował w koncernie naftowym „Dąbrowa” w Krośnie.

W latach 1930–1932 był zatrudniony w Biurze Techniczno-Badawczym Stowarzyszenia Polskich Inżynierów Przemysłu Naftowego w Borysławiu. Od 1932 r. pracował w Instytucie Przemysłu Naftowego w Krośnie jako pracownik naukowo-techniczny do spraw wiertnictwa i eksploatacji ropy naftowej i gazu ziemnego. W czasie pracy w Instytucie w Krośnie był równocześnie współpracownikiem Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie. Przeprowadzał wiele badań i obserwacji na złożach. Wykonał plan odbudowy ciśnienia w złożach ropy w Potoku, Lipinkach i Krygu.

W czasie wojny pracował w firmie niemieckiej naftowej w Krośnie i w Jaśle. Wykładał w zawodowej szkole wiertniczej w Jaśle.

Po wyzwoleniu Krosna w jesieni 1944 r. zaczął pracować w Państwowym Urzędzie Naftowym, następnie pracował w Zjednoczeniu Przemysłu Naftowego w Krakowie.

W 1946 r. powołany został na stanowisko kierownika Katedry Eksploatacji Ropy na Wydziale Górniczym Akademii Górniczej w Krakowie. W 1949 r. został mianowany profesorem nadzwyczajnym w Akademii Górniczej. W 1953 r. został mianowany kierownikiem Katedry Wiertnictwa AGH.

Organizator Wydziału Wiertniczo-Naftowego w Akademii Górniczo-Hutniczej i w 1967 r. pierwszy dziekan tego Wydziału.

W 1969 r. przeszedł na emeryturę.

Autor wielu cenionych i dobrych podręczników akademickich, w tym „Wiertnictwo”, które miało 4 wydania oraz ogromnej ilości wartościowych artykułów. Doskonale dydaktyk i pedagog. Zajmował się z powodzeniem historią polskiego przemysłu naftowego.

Zmarł w Krakowie 1 XII 1990 r.³⁾

²⁾ Źródło: Księga wychowawców i wychowanków Akademii Górniczej w Krakowie 1919–1947. Kraków 1979

³⁾ Źródła: Czastka J. J. „Kopalnia ropy naftowej w Bóbrce”, Kraków 1989, s. 7–14, Zyciorys. Wspomnienia własne autora

Z DZIEJÓW BADAŃ GEOLOGICZNYCH W BORYSŁAWIU

W dniu 1 czerwca 1992 r. minęło 80 lat od utworzenia Pracowni Geologicznej w Borysławiu. Pracownia ta, przekształcona w 1932 r. w Karpacki Instytut Geologiczno-Naftowy odegrała znaczącą rolę w okresie międzywojennym w rozwiązywaniu problemów geologiczno-naftowych Karpat, Podkarpacia oraz całej Polski.

O udziale i wkładzie w rozwój poznania geologii Polski ośrodka w Borysławiu przekonuje m.in. zestawienie dorobku publikacyjnego w tabeli nr 1.

Starania o zorganizowanie na obszarze Galicji stałej instytucji, która mogłaby zająć się gromadzeniem i opracowywaniem materiałów geologicznych dla potrzeb przemysłu naftowego, podjęte zostały przez prof. Józefa Grzybowskiego (1896 – 1922) już w roku 1905. Jednak dopiero na drugim zjeździe górników i hutników polskich we Lwowie J. Grzybowski mógł przedstawić obszerny memoriał wskazujący na niezbędność powołania placówki geologicznej obsługującej naukowo i praktycznie szybko rozwijający się przemysł naftowy.

Dopiero jednak groźba zawodnienia pól naftowych skłoniła Izbę Pracodawców i Okręgowy Urząd Górniczy w Drohobyczu do uwzględnienia propozycji i próśb J. Grzybowskiego i uchwalenia kredytów na powstanie Stacji Geologicznej w Borysławiu.

wińskiego (1876 – 1961) rozpoczęła nowy etap prac. Do zasadniczych zadań Stacji należało m.in.:

- wykonywanie geologicznych zdjęć kartograficznych obszaru Karpat,
- opis profili geologicznych szybów,
- konstruowanie map i przekrojów geologicznych poziomów ropo i gazonośnych,
- obserwacje z zakresu geologii technicznej, związanej z problemami eksploatacji złóż ropy naftowej.

Pierwsze rezultaty prac z okresu 1912 – 1914 opublikował J. Grzybowski w pracy pt. „Borysław. Studium geologiczne według materiałów zebranych przez kierownika Stacji śp. Bolesława Kropaczka zestawił prof. Józef Grzybowski z atlasem zawierającym mapę geologiczną i 6 tablic”, Kraków 1919.

Reaktywowanie Stacji Geologicznej w Borysławiu oraz pierwsze efekty prac zespołu dr K. Tołwińskiego i Stanisława Krajewskiego skłoniły uczestników Geologicznej Konferencji Karpackiej w Borysławiu, w dniach 13 – 14 maja 1923 r. do wystosowania do Prezydium Rady Ministrów, na wniosek prof. Jana Nowaka, pisma o następującej treści: „Zjazd geologów karpackich zebranych w Stacji Geologicznej w Borysławiu domaga się umożliwienia utworzenia Stacji Geologicznej w Krośnie i w Bitkowie, przez ogłoszenie odpowiedniego rozporządzenia, analogicznie do Stacji w Borysławiu. Jest to niezbędny warunek racjonalnej gospodarki i przyszłości przemysłu naftowego”.

Geolodzy Stacji Geologicznej w Borysławiu dokonywali szczegółowych zdjęć kartograficzno-geologicznych na obszarach objętych poszukiwaniami złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Gromadzili oni i analizowali ponadto dane statystyczne dotyczące przemysłu naftowego.

W 1925 r. personel stacji liczył 5 osób, a roczny budżet na utrzymanie Stacji i budowę nowego gmachu wyniósł 90 000 zł.

W 1932 r. Stację przekształcono w Karpacki Instytut Geologiczno-Naftowy w Borysławiu, zatrudniający w 1933 r. 8 osób, w tym 6 pracujących naukowo. Budżet Instytutu w 1953 r. wyniósł 185 000 zł. W placówce tej redagowano m.in. biuletyny stacji, a później biuletyny instytutu, a ponadto czasopisma „Statystyka Naftowa” (od 1926 r.) i „Geologia i Statystyka Naftowa Polski” (od 1932 r.).

Chyba sprzyjającą okolicznością w pierwszym etapie rozwoju Stacji był fakt, że dr K. Tołwiński do 1930 r. piastował równoległe dwa kierownicze stanowiska, to jest kierownika Stacji Geologicznej w Borysławiu i kierownika Wydziału Naftowo-Solnego Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Szerszą działalność geologiczną i geologiczno-kartograficzną rozwinęła Stacja w latach 1924 – 1937, kiedy to przystąpiono w sposób przemyślany i systematyczny do kartograficznego opracowywania Karpat.

Tabela 1

Kadra i jej publikacje dotyczące geologii obszaru Polski w latach 1918 – 1939

Ośrodki geologiczne	Liczba geologów (względ stanu w 1927 r.)	Liczba publikacji dotyczących konkretnych prac terenowych (w %)		
		w stosunku do wszystkich ośrodków	we własnym regionie	poza własnym regionem
Borysław	5	7,3	98,7	1,3
Kraków	37	18,6	60,8	39,2
Lwów	26	14,1	83,6	16,4
Poznań	7	7,8	51,0	49,0
Warszawa	36	47,0	47,6	52,4
Wilno	8	5,2	77,6	22,4

Naukowym opiekunem Stacji Geologicznej w Borysławiu został profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego Prof. Józef Grzybowski. Kierownikiem technicznym Stacji mianowano dr Bolesława Kropaczka (1886 – 1934). W 1913 r. ze Stacją współpracowali również doc. dr Kazimierz Wójcik, dr Stanisław Weigner oraz dr Albin Fle-szar.

W związku z wybuchem I Wojny Światowej i śmiercią B. Kropaczka na froncie w dniu 18 XI 1914 r. działalność naukowa i organizacyjna Stacji uległa zamknięciu.

Po wyzwoleniu Borysławia, rozporządzeniem Starostwa Górniczego z dnia 22 XI 1919 r. Stacja Geologiczna w Borysławiu, pod kierownictwem dr Konstantego Toł-

5 LAT CZASOPISMA POD NAZWĄ TECHNIKA POSZUKIWAŃ GEOLOGICZNYCH GEOSYNOPTYKA I GEOTERMIA

SPIS PUBLIKACJI Z LAT 1988 – 1992

ROK XXVII ZESZYT 1-2 (133-134) 1988

W JĘZYKU POLSKIM I ANGIELSKIM

1. Od redakcji
Editor's Note
2. Roman Ney — Polityka energetyczna kraju w zakresie możliwości zaspokojenia zapotrzebowania na paliwa i energię, str. 1.
Polish energy policy to meet national energy demand, p. 11.
3. Jerzy Tokarski — Resortowa narada służb wynalazczości i rzeczników patentowych, str. 21.
4. Wojciech Górecki — Wstępna ocena możliwości wykorzystania mezozoicznych wód geotermalnych na Niżu Polskim, str. 22.
A preliminary evaluation of the utilization of geothermal mezozoic waters in the Polish Lowlands, p. 26.
5. Julian Sokołowski — Warunki występowania wód geotermalnych w Polsce i program ich wykorzystania na Podhalu, str. 31.
Occurrence of geothermal waters in Poland and their utilization program in Podhale region, p. 62.
6. Józefa Sokołowska — Nomogramy do oceny mocy odwiertów geotermalnych, str. 59.
Charts to evaluate the power of geothermal boreholes, p. 62.
7. Bogusław Szewczyk, Maciej Siennicki — Doświadczalna instalacja do wykorzystania ciepła wód geotermalnych na Podhalu, str. 65.
Pilot geothermal plants in the Podhale Basin, p. 69.
8. K. Betlej — II Konferencja n. t. : Postęp naukowy i techniczny w geologii górniczej węgla kamiennego, str. 70.
9. Anna Niedźwiedzka — I Ogólnopolska Wystawa Osiągnięć w zakresie postępu technicznego branży geologicznej i wiertniczej, str. 71.
First National Exhibition of Achievements in the field of technological progress in geology and earth drilling.
10. Sprawozdanie za 1987 r. ZPGSMiE PAN i ISE AGH z realizacji współpracy naukowej z zagranicą w zakresie geotermii, str. 75.
The report of ZPGSMiE PAN and ISE AGH from realization of scientific cooperation with foreign countries in geothermal problems in 1987.

ROK XXVII ZESZYT 3-4 (135-136) 1988

1. Julian Sokołowski — Ważniejsze problemy geosynoptyki i geotermii Polski na tle tektoniki globalnej, str. 1.
Major problems of geosynoptics and geothermics in Poland against a background of global tectonic.
2. Maria Gładysz — Wykorzystanie danych geofizyki wiertniczej dla potrzeb geosynoptyki, str. 25.
Utilization of well logging data geosynoptics.
3. R. Carella — Charakterystyka i wykorzystanie niskotemperaturowych wód geotermalnych we Włoszech, str. 29.
Characteristics and utilization of low temperature geothermal waters in Italy.
4. Guido Verdiani — Zasoby geotermalne o niskiej entalpii, str. 42.
Resources of low enthalpy geothermal water.
5. M. G. Alijew, W. I. Rybnikowa, A. S. Sulejmanowa, A. G. Kadyrow — Perspektywy rozwoju energetyki geotermalnej w ZSRR, str. 43.
Development of geothermal energy in the USSR.
6. N. H. Natanow — Problemy ochrony środowiska w geotermii, str. 44.
Environmental protection in geothermics.
7. O. M. Omarow — Doskonalenie systemu transportu geotermalnego nośnika ciepła, str. 46.
Improvements in geothermal energy carrier transport system.
8. N. W. Cercwadze — Zasoby wód geotermalnych Gruzji i perspektywy ich wykorzystania, str. 48.
Geothermal water resources in Georgia and perspectives of their use.
9. O. Franko, M. Hazdrova — Źródła energii geotermalnej w Czechosłowacji, str. 49.
Geothermal energy springs in Czechoslovakia.
10. Mirosław Račicki, Marian Ružovič — Koncepcja rozwoju i wykorzystania energii geotermalnej w Czechosłowacji, str. 55.
Conception of development and utilization of geothermal energy in Czechoslovakia.
11. Jiri Juranek, Pavel Vacha — Techniczno-ekonomiczne granice wydobycia i wykorzystania energii geotermalnej w CSRS, str. 56.
Techno-economic limits of the production and utilization of geothermal energy in Czechoslovakia.
12. A. Remšik, O. Franko, M. Fendek, D. Bodiš — Wody geotermalne basenu Poddunajskiego i Wiedeńskiego, str. 57.

Geothermal waters of the Danube and Vienna Basins.

13. Vlastimil Myslíl — Warunki geologiczne dla wykorzystania energii geotermalnej w Czechach — ze szczególnym uwzględnieniem rejonu rudnego Březové Hory, str. 62.
Geological conditions for utilization of geothermal energy in Bohemia — particularly in the Březové Hory ore-bearing region.
14. J. Juránek, K. Štepanková, K. Sokola, Z. Škollová, Z. Polkrabková, A. Kundratová, J. Velfl — Wytwarzanie osadów i korozja podczas eksploatacji wód geotermalnych w Słowacji, str. 65.
Sediment precipitation and corrosion during geothermal water production in Slovakia.
15. Spotkanie na temat Atlasu geosynoptycznego kopalni Polski (H. M.) str. 70.
16. Miklós Árpási, József Csaba, Istvan Hoznek — Możliwości wydobywania wód ciepłych i wykorzystanie energii geotermalnej na Węgrzech, str. 71.
Possibilities of hot water production and the use of geothermal energy in Hungary.
17. Kazimierz Betlej — II krajowa konferencja naukowo-techniczna, Wisła 8–10 listopada 1988 r. nt. „Zastosowanie metod geofizycznych w górnictwie kopalni stałych”, str. 80.
18. Kazimierz Betlej — XVI Sympozjum nt. „Zastosowania metod matematycznych i informatyki w geologii”, str. 80.
19. Józefa Sokółowska — Metoda porównawczej oceny mocy odwiertów wydobywczych i parametrów złożowych płynnych surowców energetycznych, str. 81.
Method of comparative evaluation of power of wells and of fluid energetic reservoir parameters.
20. Tomasz Słuszkiewicz — Problemy związane z powrotnym zatłaczaniem do złoża wykorzystanych wód geotermalnych, str. 85.
Problems connected with the secondary injection of used geothermal water into the well.
21. Barbara Janik, Agata Młyńczak, Grzegorz Malina — Wykorzystanie zmian temperatury wód gruntowych o swobodnym zwierciadle wody do określania udziału wód infiltracyjnych, str. 91.
Use of changes of temperature in free table ground water in determination of infiltration water participation.
22. Informacja o nowelizacji prawa geologicznego, str. 94.
Information on amending of the Geological Law.

ROK XXVII ZESZYT 5–6 (137–138) 1988

1. Julian Sokółowski — Warunki występowania złóż w prowincji ropogazonośnej Europy północno-zachodniej i centralnej, str. 1.
Conditions of the deposit occurrence in the oil-bearing province of north-western and central Europe.
2. Zbigniew Łucki — Koncepcja nowoczesnego zarządzania poszukiwaniami złóż ropy naftowej i gazu ziemnego, str. 7.
Conceptions of modern management in the oil and gas prospecting.

3. Włodzimierz Radola, Jan Tomica — Wyznaczenie rzeczywistej miąższości warstwy przy wierceniu otworów kierunkowych, str. 15.
Determination of real thickness of the stratum while directed drilling operation.
4. Juliusz Miecznik — Dwuwarstwowe krzywe sondowań magnetotellurycznych ośrodka anizotropowego, str. 19.
Two-layer magnetotelluric sounding curves for anisotropic medium.
5. Cezary Ostrowski — Zastosowanie metody mikrograwimetrycznej do wykrywania pustek w podłożu skalnym, str. 25.
The use of the microgravimetric method in voids detection in the rock bed.
6. Tadeusz Godula — Nowe spojrzenie na sposób dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich złóż węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym, str. 29.
New look at the way of evidence of engineering-geological conditions of the hard coal deposits in the Upper Silesia Coal Basin.
7. Antoni Zięba, Lucjan Pietrusza — Nowe rozwiązania w zakresie techniczno-technologicznych problemów ujmowania wód podziemnych studniami bez-filtrowymi, str. 35.
New developments in technical-technological aspects of intaking ground waters in the non filter wells.
8. Józef Pleczyński — Naturalna odporność struktur wodonośnych na zanieczyszczenia, str. 39.
Natural resistance to pollution of water-bearing structures.
9. Aleksander Zwierzchowski — Wgłębny odpływ apotamiczny w poleskiej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego, str. 43.
Deep seated apotamic run off from the Polesie region of the Lublin Coal Basin.
10. Agata Młyńczak, Grzegorz Malina — Rozkład temperatur wód gruntowych pierwszego poziomu wodonośnego o swobodnym zwierciadle wody na przykładzie ujęcia infiltracyjnego Reda III, str. 53.
The temperature distribution of ground waters of the first free surface water-bearing level exemplified by the Reda III infiltration intake.
11. IV Ogólnopolskie Sympozjum „Aktualne problemy hydrogeologii”, Gdańsk 1988, str. 61.
The fourth All-Polish Symposium on the recent problems in hydrogeology, Gdańsk 1988.
12. J. I. Sultanow, G. B. Badawow — Doświadczenia Związku Radzieckiego w zakresie opracowania i zastosowania dwukonturowych systemów zaopatrzenia w ciepło geotermalne oraz sposoby zwiększenia ich efektywności, str. 63.
Soviet experiences in the field of working out and application of two-contour systems of supplying with geothermal energy and the ways of increasing their efficiency.
13. K. Sokola, Z. Škollová, K. Štepanková — Przewodzenie badań technologicznych przy pracach doświadczalno-filtracyjnych w otworach geotermalnych, str. 69.
Technological researches carrying during experimental filtration works in geothermal wells.
14. Janusz Skoczyła — Zarys historii kopalnictwa na obszarze Ziemi Leszczyńskiej, str. 77.
Outlines of history of mining in the Leszno area.

15. Stanisław Kłęk — Uruchomienie kopalni kopaliny niegórnicy, str. 85.
Starting the mine of nonmining deposits.
16. Zbigniew M. Tokarski — Wspomnienia z dawnych lat, str. 91.
Recollections from the past years.

ROK XXVIII ZESZYT 1 (139) 1989

1. Antoni P. Barbacki — Wpływ miąższości oraz wieku geologicznego formacji zbiornikowych na obraz sekcji sejsmicznej, str. 1.
Effect of the thickness and geological age of reservoir rocks on the seismic section picture.
2. Marek Graniczny, Stanisław Doktor, Stanisław Kibitlowski, Tatiana Marszczek, Robert Kucharski, Julian Sokołowski — Kompleksowe badania tele-detekcyjne, geofizyczne i hydrogeologiczne dla potrzeb geotermii na obszarze Podhala, str. 9.
Complex remote detection, geophysical and hydrogeological surveys for the needs of geothermy in the Podhale area.
3. Walter H. Fertl — Zastosowanie spektrometrycznego profilowania gamma do wydzielenia skał macierzystych przy poszukiwaniu węglowodorów str. 17.
The use of the spectrometric gamma logging in the separation of mother rocks in hydrocarbon exploration.
4. Henryk Linowski — Udział badań geofizycznych w wyborze lokalizacji elektrowni jądrowej, str. 21.
A contribution of well logging to selection of the nuclear power plant location.
5. Marian Kieł — IV Krajowa Konferencja Geofizyki Wiertniczej w Drzonkowie, str. 27.
The fourth National Conference on Well-logging in Drzonków.
6. Józef Sanecki — Zdalne badania termalne otworowej eksploatacji siarki w kopalni „Jeziórko”, str. 31.
Remote conducted thermal tests of the bore exploitation of sulfur in the Jeziórko mine.
7. Józef Pleczyński — Wymiarowanie stref ochronnych ujęć wód podziemnych, str. 33.
Dimensioning of groundwater intake protective zones.
8. Elżbieta Myślińska — Inżyniersko-geologiczna ocena właściwości utworów lessopodobnych w porównaniu z lessami typowymi na przykładzie wybranych profilów, str. 37.
Engineering geological evaluation of the loesslike formations in comparison with typical loess exemplified by the selected profiles.
9. Jacek Szczepański, Wojciech Różak — Skład chemiczny wód podziemnych w ujściowej części zlewni Widawy, str. 41.
Chemical compositions of groundwaters in the outlet zone of the Widawa River Basin.
10. Jerzy Skliński — Badania polowe zmodernizowanych agregatów pompowych typu GM, str. 47.
Field tests of the modernized pumping engines type GM.
11. Edward Ciuk — Kopalnia węgla kamiennego „Toni” w Studniskach Górnych koło Zgorzelca, woj. jeleniogórskie (1853 - 1860), str. 51.

- The Toni Brown Coal Mine in Studniska Górne near Zgorzelec. The Jelenia Góra province (1853 - 1860).
12. Piotr Paślawski, Ryszard Połoiński — Zastosowanie spektroskopii emisyjnej do analizy próbek geologicznych. Część VII — Analiza gleb i popiołów roślin, str. 55.
Application of the emission spectroscopy to analysis of geological samples. Part seven. Analysis of soil and vegetable ashes.

ROK XXVIII ZESZYT 2 (140) 1989

1. Julian Sokołowski — Koncepcja budowy zakładu geotermalnego i ochrony środowiska naturalnego na Podhalu, str. 1.
A project of construction of the Geothermal and natural environmental protection station in Podhale.
2. Janusz Dziewański, Elżbieta Pietrzyk-Sokulska — Zagadnienia sozologiczne w dokumentacji geologicznej złóż, str. 5.
Environmental problems in geological documentation of deposits.
3. Ludwik Szostak, Stanisław Dubiel — Charakterystyka próbników złoza typu MIG, str. 9.
Characteristics of oil and gas samplers type MIG.
4. Sławomir Okrajni — Problemy transportu zwiercin w otworach kierunkowych, str. 15.
Problems of cuttings transport in the directional wells.
5. Stanisław Dubiel, Waclaw Chrzaszcz, Elżbieta Lis, Waclaw Wybudowski — Analiza warunków przewiercania i opróbowania poziomu dolomitu głównego, str. 23.
Analysis of the drilling and sampling conditions in the Main Dolomite Bed.
6. Jerzy Borucki, Piotr Podkowiński — Program komputerowy do porównywania równoległych serii oznaczeń chemicznych, str. 29.
Computer program for comparison the parallel series of chemical determination.
7. Bogdan Sieklicki — Transmisja momentu wybuchu ładunku podczas prac sejsmicznych w kopalniach, str. 37.
Transmission of the explosion moment during seismic operations in mines.
8. Marian Kieł — Zastosowanie profilowania upadu warstw do określenia niezgodności — przegląd typowych modeli, str. 39.
The use of the dipmeter to determination of discontinuity. A review of typical models.
9. Stefan Kowalski, Tatiana Bocheńska, Karel Sarga, František Šlepicka — Stan i perspektywy badań odpływu podziemnego i powierzchniowego w synklinorium śródsudeckim, str. 47.
The state and prospects of investigation of the underground and surface run off in the Middle Sudectic Synclinorium.
10. Wiesław Machej, Zdzisław Różak — Metoda oznaczania rozmakalności skał przy użyciu urządzenia UBSK-20, str. 53.
The method of determination of slake durability of rocks by means of the UBSK-20 apparatus.

11. Stanisław Hałas, Wojciech Wołłowicz — Preparatyka wodoru do analizy izotopowej za pomocą magnezu, str. 55.
Preparation of hydrogen for isotope analysis by means of magnesium.
12. Seminarium nt. "Koncepcja budowy zakładu geotermalnego i ochrony środowiska naturalnego na Podhalu", str. 57.
Seminar on the project of construction of the geothermal and natural environmental protection station in Podhale.
13. Jerzy Ochociński — Dom Geologa, str. 58.
The Geologist's house.

ROK XXVIII ZESZYT 3 (141) 1989

1. Julian Sokołowski — Koncepcja budowy zakładu geotermalnego GT-III w Skierniewicach, str. 1.
A construction project of the GT III geothermal station in Skierniewice.
2. H. Makowski — Informacja n. t. Przewodnika do ćwiczeń z geologii historycznej — Praca zbiorowa pod redakcją Stanisława Orłowskiego, Wydawnictwa Geologiczne, W-wa, 1987 r., str. 5.
3. Wiesław Ślizewski — Podstawy działania Wspólnej Organizacji INTEROCEANMENTAL, str. 7.
Principal activity of INTEROCEANMENTAL a Common Organization.
4. Stanisław Dubiel — Dobór parametrów technologii opróbowania na przykładzie poziomu dolomitu głównego, str. 13.
A selection of parameters in sampling techniques exemplified by the main dolomite horizon.
5. Józef Wieczorek — Kreda Mediterraneana, str. 16.
6. Juliusz Zaborowski — Niezawodność pracy nowoczesnych wiertnic z napędem hydraulicznym, str. 17.
Operational reliability of modern hydraulically driven drill rigs.
7. Kazimierz Betlej — Międzynarodowe sympozjum geofizyczne w Budapeszcie, str. 21.
8. Jerzy Skliński — Obliczenia parametrów sprzężarek stosowanych przy płukaniu otworów z użyciem podnośnika powietrznego, str. 23.
Calculation of parameters of compressors used in borehole washing with the airlift.
9. W. Sekuradzki — Wprowadzenie nowego systemu oceny zużycia świdrów wiertniczych, str. 25.
10. Tadeusz Fabrycy — Wiercenie otworów rdzeniówkami wrzutowymi do głębokości 2500 m. Część I — Projektowanie teleskopu średnic rdzeniówek rur okładzinowych i płuczkowych oraz średnic odinków otworu i wymiarów koronek rdzeniowych, str. 26.
Wireline corebarrel drilling to the depth of 2500 m. Part one — Designing of the corebarrel diameter telescope, casing, drill pipes, and diameters of bore sections and core bits.
11. Michał Herczak, Regina Sawicka-Żukowska, Barbara Jędrychowska — Płuczki do wiercenia otworów hydrogeologicznych, str. 33.
Drilling muds for water well drilling operations.
12. Henryk Jacek Jezierski — Ocena kosztów zagospodarowania wód podziemnych programem SZOK jako element uzupełniający regionalne badania hydrogeologiczne, str. 39.

Cost evaluations of ground water management in the SZOK program as a supplementary element of regional hydrogeological survey.

13. Maciej Lubczyński — Wpływ stopnia piętrzącego w Brzegu Dolnym na wody gruntowe terenów przyległych, str. 43.
An effect of the damming step in Brzeg Dolny on ground water in the adjacent area.
14. Marek Graniczny, Tatiana Marszczek — Teledetekcja jako jedna z metod poszukiwania wód geotermalnych, str. 49.
Remote sensing as a method of geothermal water exploration.
15. A. Ber — Złodowacenia globalne w czasie i przestrzeni, str. 55.
16. T. Galkiewicz — Metamorficzne formacje złożowe, str. 55.

ROK XXVIII ZESZYT 4 (142) 1989

1. Kazimierz Mrozek — Akumulacja węglowodorów w południowej części basenu permskiego Polski na tle regionalnych warunków strukturalnych, miąższościowych i litologiczno-facjalnych, str. 1.
Accumulation of hydrocarbons in the southern part of the Polish Permian Basin on the background of regional structural and lithological-facial and thickness conditions.
2. Adam Tokarski — O znaczeniu kartowania płytowych wzgórz - świadków formacji Taloka (północno-zachodnia Nigeria), str. 29.
On importance of mapping of Taloka Formation (Northwestern Nigeria).
3. Stanisław Dubiel — Analiza sposobu wywierania depresji podczas pomiaru rurowym próbnikiem złoza, str. 31.
Analysis of mode of exerting depression during pipe sampling of reservoir.
4. Tadeusz Fabrycy — Wiercenie otworów rdzeniówkami wrzutowymi do głębokości 2500 m. Część II. Projektowanie elementów konstrukcyjnych rur okładzinowych i płuczkowych oraz parametrów ich połączeń gwintowych, str. 37.
Wire line core barrel drilling to the depth of 2500 m. Part two. Designing of casing and drilling pipes and their screw joints.
5. Anna Jaroszewska — Badanie przebiegu maksymalnej amplitudy sygnałów emisji akustycznej niektórych skał, str. 43.
Examination of course of maximum amplitude of accoustic emission signals in some rocks.
6. Maciej Lubczyński — Wykorzystanie mikrokomputera ZX Spektrum do oceny oddziaływania stopnia piętrzącego w Brzegu Dolnym na wody gruntowe terenów przyległych, str. 49.
The use of the ZX Spectrum microcomputer in evaluation the effect of the Brzeg Dolny damming step on ground waters in the adjacent area.
7. Jadwiga Kudła — Technika pomiaru potencjału oksydacyjno-redukcyjnego wód podziemnych, str. 53.
Measuring technique of the ground water redox potential.
8. Zofia Helbicka — Klub Seniora Naftowca i jego działalność w Stowarzyszeniu Naftowców w Krakowie, str. 57.

The Senior Oilman's Club and its activity at Oilman Association in Cracow.

ROK XXVIII ZESZYT 5 (143) 1989

1. Adam Liberak, Andrzej Parczewski — Wody geotermalne istotnym elementem programu rozwoju Podhala, str. 1.
Utilization of geothermal water makes an important point in the program of Podhale development.
2. List otwarty do Pana Prof. Bronisława Geremka Przewodniczącego Komisji Konstytucyjnej, str. 6.
3. Józef Wieczorek — Historia geologiczna Tatr i Podhala na tle ewolucji alpidów Europy, str. 7.
Geological history of the Tatra Mts and Podhale on the background of the Alpid evolution in Europe.
4. Informacja n. t. seminarium — Środowisko przyrodnicze i kultura Podhala, stan obecny i możliwości rozwoju, w dniach 4-6 maja 1990 r., str. 10.
5. Mieczysław Woźniak — Stan środowiska naturalnego oraz potrzeby energetyczne, wodne i inne, str. 11.
A state of the natural environmental protection and energetic, water and other needs.
6. Antoni Wilk — Informacja dotycząca problematyki ochrony środowiska naturalnego gminy Biały Dunajec, str. 13.
Remarks on natural environmental protection in the Biały Dunajec Commune.
7. Elżbieta M. Bulewicz — Wpływ spalania paliw na środowisko naturalne i sposoby zapobiegania wpływom szkodliwym, str. 15.
Effects of combustion on natural environment and the ways of prevention of harmful effects.
8. Andrzej Parczewski — O potrzebie systematycznej kontroli skażenia środowiska przyrodniczego Podhala, str. 17.
The needs of systematics monitoring of natural environmental pollution in Podhale.
9. Henryk Jost — Możliwości małej energetyki wodnej Podhala, str. 21.
Possibilities of "small" energetics in Podhale.
10. Andrzej Myśko — Perspektywy rozwoju energii geotermalnej w świecie z uwzględnieniem ekonomicznych aspektów jej wykorzystania, str. 25.
Perspectives of development of the world's geothermal energy with regard of economic aspects of the use thereof.
11. Włodzimerz Smal, Jerzy Nienartowicz — Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii za pomocą pomp ciepłych, str. 29.
Possibilities of the use the restored sources of energy with the help of heat pumps.
12. Zarządzenie nr 9/89 z dnia 13 września 1989 r. Dyrektora Centrum Podstawowych Problemów Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie, w sprawie powołania samodzielnej pracowni pod nazwą „Doświadczalny Zakład Geotermalny”, str. 38.
13. Andrzej Madeyski — Użytkowanie wód geotermalnych do celów kąpieliskowych, str. 39.
The use of geothermal waters in baths.

14. Stanisław Dubiel, Waclaw Chrzaszcz — Pobieranie próbek płynu złożowego u czasie opróbowania poziomów ropo- i gazonośnych, str. 41.
Taking the reservoir fluid samples during sampling the oil and gas horizons.
15. Henryk Marczak, Andrzej Leśniak — Interpretacja pola termicznego Górnego Śląska, str. 47.
Interpretation of the thermal field in Upper Silesia.
16. Stanisław Doktor, Marek Graniczny, Stanisław Kibitlowski — Teledetekcja jako metoda prospekcji geologicznej na przykładzie obszaru południowo-wschodniej Mongolii, str. 57.
Remote sensing as a method of geological prospecting exemplified in south-eastern Mongolia.
17. Józef Wojnar — Fragmenty wspomnień, str. 63.
Recollection excerpts

ROK XXVIII ZESZYT 6 (144) 1989

1. Stanisław Dubiel, Włodzimerz Miska — Interpretacja wyników opróbowania złoża gazu ziemnego Ciecierzyn, str. 1.
Interpretation of results from the Ciecierzyn gas reservoir sampling.
2. Janusz Sachs — Badania geofizyczne w prognozowaniu zagrożeń powierzchni na terenach krasowych, str. 7.
Geophysical survey in forecasting the surface hazards in Karst areas
3. Kazimierz Betlej, Andrzej Olszacki — O zaletach impulsowej techniki wzbudzania drgań sejsmicznych dla ochrony środowiska naturalnego, str. 15.
Advantages of the impulse technique in seismic vibration excitation for environmental protection.
4. Janusz Skoczylas — Rudolf Zuber (1858-1920) w siedemdziesiątą rocznicę śmierci, str. 18.
5. Walter H. Fertl — Zastosowanie spektrometrycznego profilowania gamma w ocenie szczelinowatych poziomów ilowcowych, str. 19.
Use of the spectrometric gamma logging in claystone fractured horizons evaluation.
6. Waclaw Burzewski, Tadeusz Bachleda-Curuś, Roman Semyrka — Problemy roponośności stref przywysadowych synklinorium mogileńskolódzkiego z rozpoznania profilu Damasławka, str. 29.
Oil-bearing problems of the diapir zones in the Mogilno-Lódź Synclinorium on the base of the Damasławek profile.
7. Janusz Skoczylas — Jan Nowak (1880 - 1940) w piędziesiątą rocznicę śmierci, str. 38.
8. Edward Ciuk — Możliwości doraźnego wyjścia z impasu energojądrowego, str. 39.
Possibilities of temporary way out of the nuclear energy impasse.
9. Janusz Skoczylas — Dr Wiktor Kuźniar (1879 - 1935), dr Czesław Kuźniar (1889 - 1955) wspomnienia rocznicowe, str. 42.
10. Tatiana Marszczek, Zenobiusz Płochniewski — Wody geotermalne Polski (stan rozpoznania, potrzeby i kierunki dalszych badań), str. 43.
Geothermal waters in Poland.
11. Janusz Skoczylas — Stanisław Weigner (1886 - 1935), str. 48.
12. Anna Ślapa, Jerzy Roman — Stacjonarne i polowe analizatory RAFDE, str. 49.

Stationary and field analysers RAFDE.

13. Anna Kurck — Zagadnienia hydrogeologiczne rejonu zbiornika górnego elektrowni pompowej Porąbka-Zar, str. 51.
Geohydrological aspects of the upper basin region of the Porąbka-Zar pumped storage power station.
14. Mirosław Długaszek — Charakterystyka kurczliwości gytii Pojezierza Olsztyńskiego, str. 53.
The Pojezierze Olsztyńskie gytija shrinkage characteristics.
15. Urszula Wojtowicz — Proces przemarzania lessów w warunkach laboratoryjnych, str. 59.
Loess frost penetration in laboratory conditions.
16. Sprawozdanie z działalności naukowo-badawczej Zakładu Geosynoptyki Kopalni i Energii CPPG-SMiE PAN w latach 1986 – 1989, str. 62.
17. H. H. Wilson — Czas pierwotnej migracji węglowodorów — paradoks dla geologów i geochemików, str. 65.
The primary hydrocarbons migration time — a problem for geologists and geochemists.
18. Józefa Sokółowska — Czy potrzebne będą prywatne Biura Geologiczne w Polsce, str. 70.
19. Jerzy Wydrowski, Emil Markulis — Zapobieganie wytrącaniu się żelaza z przereagowanego kwasu solnego po zabiegu stymulacyjnym w skałach węglanowych, str. 71.
Iron precipitation prevention of reacted hydrochloric acid after stimulation works in carbonate rocks.
20. Józef Wojnar — Fragmenty wspomnień, str. 73.
Recollections (Excerpts).

ROK XXIX ZESZYT 1 (145) 1990

1. Od redakcji, str. 1.
Editor's note
2. Julian Sokółowski — Zarys historii prawodawstwa naftowego i geologicznego w Polsce, str. 3.
An outline of the Polish petroleum and geological legislature's history.
3. Józef Pietrusza — Kazimierz Mischke — najstarszy wiertnik, naftowiec, str. 5.
4. Stan prawny w zakresie poszukiwania, rozpoznawania i eksploatacji złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w Polsce, str. 7.
The present legal status of prospecting, exploration and mining of oil and gas deposits in Poland.
5. Kazimierz Kachlik (na podstawie artykułu doc. dr hab. Andrzeja Chudolskiego „Polski Nobel” 1987 r.) — Zglenicki Witold Leon Julian (1850 – 1904), str. 17.
6. Projekt ustawy o zmianie prawa górniczego, str. 19.
Draft of updated version of the Law of Mines.
7. Opinia o możliwości poszukiwań i eksploatacji złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w Polsce z udziałem firm zagranicznych, str. 23.
Views on contingency of joint venture enterprise in exploration and recovery of hydrocarbons in Poland.
8. Janusz Dziewański, Anna Jankowska-Kłapkowska, Roman Ney, Julian Sokółowski — Zarys projektu ustawy o racjonalnym gospodarowaniu zasobami przyrody (atmosfery, biosfery i litosfery), str. 31.

An outline of a draft of acts relating to the natural resources management (atmosphere, biosphere, hydrosphere and lithosphere).

9. Projekt zasad udzielania zezwoleń podmiotom zagranicznym na poszukiwanie i eksploatację złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w Polsce, str. 37.
Draft of principles of granting licenses on petroleum prospecting, exploration and mining activity in Poland.
10. Projekt modelowego kontraktu poszukiwawczego, str. 41.
Draft of a model exploration contract.
11. Józef Wojnar — Instytut Naftowy — moje dzieło, str. 43.
12. Stanisław Kłęk — Strefy ochronne w polskim systemie prawnym, str. 45.
Polish law relating to protection zones.

ROK XXIX ZESZYT 2 (146) 1990

1. Maria Gładysz — Geotermia — to miasta bez dymów, str. 1.
Geothermy—smokeless towns.
2. Stanisław Jamróz — Techniczne i ekonomiczne problemy budowy i eksploatacji ciepłowni geotermalnych na przykładach francuskich, str. 5.
Technical and economic aspects of structure and exploitation of geothermal heating plants in France.
3. Wojciech Biedrzycki — Ocena parametrów określających geometrię pola geotermalnego, str. 13.
Evaluation of geothermal field geometry parameters.
4. Józef Wojnar — Byłem założycielem miesięcznika „NAFTA”, str. 22.
5. Wojciech Górecki, Andrzej Haładus, Tadeusz Szklarczyk, Władimir Ugorec — Program obliczeniowy optymalizujący eksploatację wód geotermalnych otworami w układzie dipolowym, str. 23.
Analytical program benefiting geothermal water exploitation by wells in dipole arrangement.
6. Tadeusz Solecki — Identyfikacja przyczyn zmian chłonności odwiertów w wyniku wtłaczania wody w wodonośne skały zbiornikowe, str. 29.
Identification of causes of the suction changes in wells resulting in water injection into water-bearing reservoirs.
7. Janusz Dziewański, Ludmiła Elizarewa — Kompleksowy schemat ochrony środowiska przyrodniczego (KSOSp), str. 33.
Complex scheme of natural environment protection (CSNEP).
8. Stanisław Dubiel, Mirosław Rzyczniak — Możliwości wykorzystania CO₂ w zabiegach intensyfikacji przyprływu płynów złożowych do odwiertu, str. 37.
Possibilities of the use of CO₂ in recovery of oil and gas inflow to the well.
9. Tatiana Marszczek — Co wynika ze statystycznej analizy wahań zwierciadła wód gruntowych w Polsce? , str. 43.
What does result from statistic analysis of ground water level oscilation.
10. Edward Ciuk — Charakterystyka chemiczno-technologiczna środkowomiocenińskiego węgla brunatnego i jego popiołu z rejonu Łyskowa, str. 47.

Chemical-technical characteristic of the Middle Miocene brown coal and its ashes of the Łysków region.

11. Janusz Skoczylas — Początki geologii w Wielkopolsce, str. 53.
Rudiments of geology in Wielkopolska.
12. Wincenty Pawłowski — Karpacki Instytut Geologiczno-Naftowy w Boryslawiu 1912 - 1939, str. 57.
Carpathian Institute of Oil and Geology in Boryslaw 1912-1939.

ROK XXIX ZESZYT 3-4 (147-148) 1990¹⁾

1. Piotr Karnkowski — Stan i perspektywy rozwoju geologii naftowej w Polsce, str. 1.
2. Julian Sokołowski — Ilościowe oceny zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego w Polsce, str. 7.
3. Jan Kaczyński i in. — Ilościowa ocena zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego w dolnopaleozoicznym magmakompleksie strukturalnym Polski, str. 21.
4. Mieczysław Solak i in. — Ilościowa ocena zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego w dewońsko-karbońskim (waryscyjskim) magmakompleksie strukturalnym Polski, str. 27.
5. Tadeusz Żolnierczuk i in. — Ilościowa ocena zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego w dolnopermskim (podsolnym) kompleksie strukturalnym, str. 31.
6. Tadeusz Wolnowski i in. — Ilościowa ocena zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego w górnopermskim (cechsztyńskim) kompleksie strukturalnym Polski, str. 39.
7. Marek Nowicki i in. — Ilościowa ocena zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego w kompleksach strukturalnych: triasowym, jurajskim i kredowym Polski, str. 47.
8. Eugeniusz Jawor i in. — Ilościowa ocena zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego w mioceńskim kompleksie strukturalnym Przedgórze Karpat, str. 51.
9. Zbigniew Jabczyński i in. — Ilościowa ocena zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego w Karpatach Polskich i wyznaczonych w ich obrębie strefach perspektywicznych, str. 61.
10. Elżbieta Pilecka, Julian Sokołowski — Wnioski wynikające z graficznej analizy zestawienia zasobów prognostycznych ropy naftowej, gazu ziemnego i wód geotermalnych, str. 75.
11. Karol Skarbek — Ocena stanu zasobów prognostycznych gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce według stanu na 1.01.1989 r., str. 83.
12. Józefa Sokołowska — Ocena kosztów rozpoznania i pozyskiwania kopalin płynnych na różnych głębokościach, str. 113.
13. Jan Kuźmerek, Michał Stefaniuk — Metody i wyniki badań makroszczelin w rdzeniach z otworu Kuźmina 1, str. 119.
14. Józef Wojnar — Nafta na Niziu Polskim, str. 124.

15. Maria Gładysz, Jan Kuźmerek, Michał Stefaniuk — Wyniki badań mikroszczelin w próbkach rdzenia z otworu Kuźmina 1, str. 125.
16. Janusz Skoczylas — Rozwój poglądów na zmiany środowiska w okolicy Konina, str. 130.

ROK XXIX ZESZYT 5 (149) 1990

1. Czesław Peszat — Klasyfikacja stopnia lityfikacji unikatowo czystych wapieni jurajskich obrzeżenia Gór Świętokrzyskich w świetle ich właściwości fizycznych, str. 1.
Classification of the lithification rate of the uniquely pure Jurassic limestones from the Świętokrzyskie Mts margin in the light of the physical properties investigations.
2. Waclaw Kołtoński — Emisja akustyczna skał wywołana działaniem wody, str. 11.
Acoustic rock emission caused by water activity.
3. Janusz Dziewański, Robert Skrzypczak, A. Dimitriewicz Żigalin — Określenie pola wibracji w podłożu centrum Sandomierza, str. 17.
Determination of the vibration field in the Sandomierz centre subsoil.
4. Tadeusz Solecki — Weryfikacja prognoz zmian chłonności odwiertów na podstawie badań, str. 23.
Verification of forecasts of absorption changes in wells based on the tests.
5. Zbyszek Hrkal — Fotolineamenty jako pomoc w lokalizacji hydrogeologicznych otworów poszukiwawczych w Masywie Czeskim, str. 27.
Remote sensing and determining sites for hydrogeological boreholes - experiences from the Bohemian Massif.
6. Ilja T. Łazarow — Badania metodą głęboko ziemnej elektrody dla geofizyczno-geologicznej oceny pól rudnych, str. 31.
Investigations with the use of deep earthed electrode method for well - logging geological evaluation of ore deposits.
7. Stanisław Doktor, Marek Graniczny — „Tien-Szan” — Interkosmos 1988 — Tektoniczna interpretacja kompleksowych danych teledetekcyjnych, str. 37.
“Tien-Shan” — Intercosmos 1988 — Tectonic interpretation of the complex remote sensing data.
8. Janusz Tomasik — Allostratygrafia, rozwój osadów i środowisko sedimentacyjne czerwonego spągowca w obniżeniu podlaskim, str. 43.
Allostratigraphy, development of sediments and sedimentary environment of Rotliegendes in the Podlasie Depression.
9. Stanisław Dubiel, Barbara Uliasz-Misiak — Prognozowanie parametrów technologii opróbowania poziomów skał zbiornikowych, str. 55.
Forecasting the parameters of the reservoir sampling technology.
10. Witold Ciechanowski, Krzysztof Marchela — Wiertnica do wykonywania studzien wielkośrednicowych, str. 59.
The drilling rig for large diameter wells.
11. Andrzej Bakoń, Marcin Wróblewski — Diamenty w narzędziach wiertniczych produkowanych i oferowanych przez OBRTG, str. 67.
Diamonds in drilling bits, produced and offered by OBRTG

¹⁾ Artykuły tego zeszytu zostały opublikowane w języku angielskim w zeszycie specjalnym — YEAR XXX—special issue — 1991 r.

12. Tadeusz Wątkowski, Stefan Cieśliński — Ocena wykonanych prac geologiczno-poszukiwawczych złóż fosforytów w Algierii w rejonie Bir-el-Ater — Algeria w latach 1985 – 1987, str. 73.
Evaluation of explorations in Bir-ek-Atar in 1985–1987.
13. Janusz Skoczylas — Surowce skalne we wczesno-średniowiecznej architekturze Wielkopolski, str. 83.
Mineral products in the Early Medieval architecture of Wielkopolska.
14. Józef Pietrusza — Zarys historyczny górnictwa naftowego na terenie „Lipinieckiego fałdu”, część I, str. 89.
Historical outline of the oil mining in the “Lipiniecki Fold”. Part One.

ROK XXIX ZESZYT 6 (150) 1990

1. Józefa Sokołowska, Julian Sokołowski — Możliwości wykorzystania energii geotermalnej w Stargardzie Szczecińskim, str. 1.
Possibilities of utilizations of geothermal energy for the town of Stargard Szczeciński.
2. Stanisław Dubiel, Barbara Uliasz-Misiak, Rafał Wiśniowski — Badanie wpływu czynników technicznych i złożowych na wielkość ograniczenia depresji w czasie pomiarów rurowym próbnikiem złoża, str. 19.
Investigations of influence of technical and deposit factors on the depression limitation rate during measurements with the tabular sampler.
3. Antoni Zięba, Mirosław Rzycki, Nikolaï Dudła, Jurij Antonow — O nowych konstrukcjach filtrów studziennych, str. 25.
New well screens.
4. Janusz Skoczylas — Recenzja książki — Użytkowania surowców we wczesnym średniowieczu w północno-zachodniej Polsce, str. 27.
5. Zdzisław Wilk — Projektowanie, wykonanie i odbiór studni wierconych, str. 29.
Designing, construction and production control of drilled wells.
6. Edward Gomółka, Bogusława Gomółka — Przybliżony wskaźnik oceny mineralizacji wody, str. 33.
The approximate water mineralization index.
7. Robert Czajka — Anizotropia wytrzymałości ilów glacialimnicznych z Jastrzębiej Góry, str. 37.
The anisotropy strength of glacial clays from Jastrzębia Góra.
8. Grzegorz Barczyk, Agnieszka Pachla — Wykorzystanie metod komputerowych do opracowania wyników obserwacji stacjonarnych na przykładzie pakietu Statgraphics, str. 41.
The use of computer technique in stationary observation data handling exemplified by the Statgraphics program.
9. Mieczysław Porębski, Bogdan Trznadel — Zastosowanie wysokoefektywnych technologii w ochronie środowiska naturalnego — Wybrane technologie i urządzenia oferowane przez P. P. i I. W. „Biotechnika” Warszawa, str. 47.
10. Józef Pietrusza — Zarys historyczny górnictwa naftowego na terenie „Lipinieckiego fałdu”, Część II, str. 51.

The historic outline of the oil industry in the “Lipiniecki Fold” - Part two.

11. Metodyka prognozowania i poszukiwania złóż kopalin w warunkach budowy geologicznej Polski (Sprawozdanie z realizacji celu nr 6 w CPBR 1.7), str. 65.
Methodology of forecasting and exploration of deposits in conditions of geological structure of Poland (a report of the aim 6 in CPBR 1.7).
12. Sprawozdanie z rocznej działalności naukobadawczej Zakładu Geosynoptyki Kopalin i Energii za 1990 r., str. 69.
Yearly proceedings of Department of Geosynoptics Deposits and Energy in 1990.
13. Sprawozdanie z rocznej działalności naukobadawczej samodzielnej pracowni p. n. Doświadczalny Zakład Geotermalny w Białym Dunajcu, str. 73.
Yearly proceedings of Experimental Department of Geothermics in Biały Dunajec (an independent laboratory).

ROK XXX ZESZYT 1-2 (151-152) 1991

1. Maria Gładysz — Problemy wykorzystania energii geotermalnej w Polsce, str. 1.
The use of geothermal energy in Poland.
2. Józefa Sokołowska — Wstępna ocena ekonomiczna projektowanych zakładów geotermalnych, str. 11.
Preliminary economic evaluation of the planned geothermal plants.
3. Józefa Sokołowska, Julian Sokołowski — Ważniejsze informacje o wynikach badań geotermalnych na Podhalu, str. 15.
Major details on geothermal investigation results in Podhale.
4. Kazimierz Mrozek, Julian Sokołowski — Możliwości wykorzystania wód geotermalnych w rejonie Koła, str. 21.
Possibilities of the use of geothermal waters in the Koło region.
5. Małgorzata Krokoszyńska, Elżbieta Pilecka, Józefa Sokołowska — Warunki geologiczne występowania wód geotermalnych w rejonie Gniezna str. 33.
Geological conditions of the geothermal water occurrence in the Gniezno region.
6. Józefa Sokołowska — Szanse wykorzystania wód geotermalnych w Tarnowie, str. 43.
Possibilities of the use of geothermal water in Tarnów.
7. Stanisław Ostaficzuk — Rola metod teledetekcyjnych w poszukiwaniach kopalin, str. 47.
Role of remote sensing methods in mineral exploration.
8. Ewa Panek — Wstępne badania nad zawartością wybranych metali ciężkich (Zn, Cu, Pb i Cd) w podłożu skalnym i glebie na obszarze zlewni Białego Dunajca na Podhalu, str. 51.
Preliminary investigations on the selected heavy metal (Zn, Cu, Pb, Cd) contents in the bed-rock and soil in the Biały Dunajec Basin area in Podhale.
9. Stanisław Dubiel, Włodzimierz Miska — Interpretacja wyników opróbowania warstw wodo-, ropo- i gazonośnych z zastosowaniem mikrokomputera, str. 57.

Interpretation of results from the sampling of the water-, oil- and gas-bearing horizons with the use of a microcomputer.

10. Anna M. Jaroszewska — Analiza wyników badań laboratoryjnych emisji akustycznej niektórych skał, str. 63.
Analysis of results from laboratory tests of acoustic emission of some rocks.
11. Jan Macuda, Andrzej Gonet — Pompa strumieniowa czynnikiem poprawy technicznych wskaźników wiercenia otworów wielkośrednicowych str. 69.
The jet pump as a faktor of increasing the technological indexes of large dimension bore hole.
12. Janusz Skoczylas — Kwestia pochodzenia surowca skalnego użytkowanego we wczesnym średniowieczu, str. 73.
Origins of the mineral products used in the Early Middle Ages.
13. Kazimierz Kachlik — Moje wspomnienia wojenne, str. 81.
My war-time recollections.

ROK XXX ZESZYT 3-4 (153-154) 1991

1. Antoni Barbacki — Warunki występowania i zasady poszukiwań złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w obrębie pułapek stratygraficznych, str. 1.
The accumulations and oil and gas exploration methods for stratigraphic traps.
2. Józefa Sokołowska — Metodyka oceny zasobów gazu ziemnego, str. 13.
Evaluation of gas resources.
3. Andrzej Tomaszewski — Surowce mineralne permiańskiego megakompleksu tektoniczno-sedymentacyjno-surowconosnego Polski, str. 29.
Raw materials of the Permian tectonic-sedimentary-mineralsbearing megacomplex in Poland.
4. Janusz Tomasik — Zarys rozwoju czerwonego spągowca subbasenu północnopolskiego i ocena perspektyw jego gazoności, str. 43.
Outline of the Rotliegendes development in the North Polish Subbasin and evaluation of its gas potential.
5. Edward Ciuk — Aktualny stan wykorzystania, znajomości i rozpoznania bazy zasobowej złóż węgla brunatnego w Polsce, str. 61.
The present state of the utilization, knowledge and reconnaissance of the lignite deposits in Poland.
6. Stanisław Dyjor, Halina Kościówko — Nowe stanowiska potasowych surowców skaleniowych na Dolnym Śląsku, str. 65.
New sites of kalifeldspath deposits in Lower Silesia.
7. Janusz Skoczylas — Recenzja książki „Člověk a kámen” (Zdeněk Kukał, Jaroslav Malina, Renata Malinová, Helena Tesarová), str. 68.
8. Stanisław Jodłowski, Stanisław Dyjor, Jerzy Farbisz, Halina Kościówko — Rola metod geofizycznych w poszukiwaniu i rozpoznawaniu złóż surowców skaleniowo-potasowych na Dolnym Śląsku, str. 69.
A role of the geophysical survey in exploration and reconnaissance of the kalifeldspath deposits in Lower Silesia.

9. Zbigniew Kasina — Analiza możliwości wykorzystania tomografii sejsmicznej do badania wysadów solnych, str. 71.
Analysis of the seismic tomography utilization in salt domes.
10. Stanisław Ostaficzuk — System banku geosynoptycznego, str. 77.
Geosynoptic Data Bank.
11. Władysław Piwowski — Ochrona pomieszczeń przed stratami ciepła i przed hałasem, str. 79.
12. Jan Kuśmierk, Jerzy Mruk, Lech Wypych — Wpływ piaskowców na kompaktację osadów ilastych w profilach serii ropogazonośnych fliszu karpaccykiego, str. 81.
Influence of sandstones on the clay deposits compaction in profiles of the oil and gas-bearing series of the carpathian flysch.
13. Zmarł mgr inż. Jan Pilch (P. K.), str. 62.

ROK XXX ZESZYT 5-6 (155-156) 1991

1. Jubileusz 80-lecia profesora dr Adama Tokarskiego (J. S.), str. 3.
2. Zdzisław Augustyn i in. — Geosynoptyka i metodyka poszukiwania surowców mineralnych na obszarze Sudetów i bloku przedsudeckiego, str. 7.
Geosynoptics and methods of exploration of mineral deposit resources in the Sudety Mts and Fore-sudetic block.
3. Andrzej Rózkowski, Janusz Kropka, Piotr Siwek, Andrzej Witkowski - Koncepcja regionalnego monitoringu jakości wód podziemnych, str. 45.
Outline of regional monitoring of ground water quality.
4. Jacek Szczepiński — Określenie wpływu zbiornika odpadów poftlotacyjnych „Żelazny Most” na poziom wód gruntowych w rejonie zapory wschodniej, str. 51.
Determination of influence of the Żelazny Most postflotation tailing reservoir on the ground water level in the east dam region.
5. Marian Kiełt — Wybrane wyniki analizy pomiarów profilowania upadu warstw w południowobaltyckich formacjach, str. 55.
Selected results of diplogging in the South Baltic formations.
6. Khawla Al Roomi — Wpływ zasilania wybranych spoiwystych gruntów aluwialnych na ich właściwości inżyniersko-geologiczne, str. 63.
The influence of salinity of selected alluvial soils on their engineering-geological properties.
7. Nasser S. Bashar — Przegląd metod usuwania erupcji gazu z otworu wiertniczego, str. 69.
Removing the formation fluid blow-out from the bore-hole. A review of methods.
8. Tadeusz Pudysz — Czy nie zabraknie kruszywa budowlanych?, str. 74.
9. Stanisław Dyjor, Halina Kościówko — Bentonitowe i haloizytowe zwietrzliny bazaltowe dolnego Śląska i kierunki ich wykorzystania, str. 75.
Bentonitic and haloisitic basalt weathering wastes in the Lower Silesia and their utilization.
10. Julian Sokołowski — Informacja o seminarium w Londynie i Houston n.t. „Nowe możliwości poszukiwań naftowych w Polsce”, str. 77.

11. Leonard Jochemczyk, Janusz Skoczylas — Zmiany składu mineralnego gleb w okolicy Konina, str. 79. Changes in mineralogical composition of soils in the Konin area.
12. Józef Pietrusza — Udział pracowników przemysłu naftowego w ruchu oporu i wojnach światowych, str. 83.
Participation of the oil and gas industry personnel in the Resistance and the World Wars.
13. Maria Gładysz — Sprawozdanie z pobytu szkoleniowo-badawczego w ramach UN Geothermal Training PROGRAME w specjalności „Inżynieria złożowa”, str. 89.

YEAR XXX — SPECIAL ISSUE

1. Piotr Karnkowski — Conditions and outlook of oil and gas exploration in Poland, p. 1.
2. Julian Sokółowski — Quantitative evaluation of the forecasting resources of oil and gas in Poland, p. 6.
3. Jan Kaczyński et al. — Quantitative evaluation of the forecasting resources of oil and gas in the Lower Palaeozoic structural megacomplex in Poland, p. 20
4. Mieczysław Solak et al. — Quantitative evaluation of the forecasting oil and gas resources in the Devonian-Carboniferous (Variscan) structural megacomplex in Poland, p. 26.
5. Tadeusz Żolnierczuk et al. — Quantitative evaluation of the forecasting oil and gas resources in the Lower Permian (subsalar) structural complex in Poland, p. 29.
6. Tadeusz Wolnowski et al. — Quantitative evaluation of the forecasting resources of oil and gas in the Upper Permian (Zechstein) structural complex in Poland, p. 37.
7. Marek Nowicki et al. — Quantitative evaluation of the forecasting resources of oil and gas in the Triassic, Jurassic and Cretaceous structural megacomplexes in Poland, p. 44.
8. Eugeniusz Jawor et al. — Quantitative evaluation of the forecasting resources of oil and gas in the Miocene structural complex in the Carpathian Foredeep, p. 48.
9. Zbigniew Jabczyński et al. — Quantitative evaluation of the forecasting resources of oil and gas in the Polish Carpathians, p. 58.
10. Elżbieta Pilecka, Julian Sokółowski — Conclusions resulting from graphic data analysis of setting up the forecasting resources of oil, gas and geothermal water, p. 71.
11. Karol Skarbak — Evaluation of the forecasting resources of oil and gas in Poland according to a state on January 1, 1989, p. 78.
12. Józefa Sokółowska — Cost evaluation of prospecting and production of fluid minerals in the various depths, p. 108.
13. Jan Kuśmierk, Michał Stefaniuk — Methods and results of macrofractures in the cores from the Kuźmina 1 borehole, p. 114.
14. Maria Gładysz, Jan Kuśmierk, Michał Stefaniuk — Results of investigations of microfractures in the core samples from the Kuźmina 1 borehole, p. 120.

15. El Sayed A. A. Youssef — Depositional and diagenetic models of the Lower Zechstein anhydrite, Września area, Poland, p. 125.
16. El Sayed A. A. Youssef — Diagenetic patterns of the Middle Buntsandstein oolites, Września area, Poland, p. 133.

ROK XXXI ZESZYT 1-2 (157-158)

1. Ludwik Szostak — Zastosowanie wierceń kierunkowych w poszukiwaniu i eksploatacji zasobów mineralnych, str. 1-137.
Application of directional drilling to mineral resources exploration and development.

ROK XXXI ZESZYT 3 (159)

1. A. M. Abdallah — Paleozoic rocks in Egypt, p. 1. Paleozoik Egiptu.
2. Marek Graniczny, Stanisław Kibitlewski, Anna Piątkowska — Wykorzystanie techniki cyfrowej do analizy strukturalnej na przykładzie wschodniej części wyniesienia Leby, str. 13.
The use of the digital circuit engineering in structural analysis exemplified in the Eastern part of the Leba elevation.
3. Ryszard Supronowicz, Roger M. Butler — Strategia zastosowania poziomych odwiertów do eksploatacji złóż ropośnych, str. 19.
Strategy of horizontal well application for oil recovery.
4. Michał Wójcik — Technologiczne aspekty zużycia się diamentów w narzędziach wiertniczych, str. 25.
Technological aspects of diamond wear in drilling bits.
5. Zenon Michota — Konferencja naukowo-techniczna „Postęp techniczny w geologii”, str. 32.
6. Stanisław Dubiel, Waclaw Chrzaszcz, Barbara Uliasz-Misiak — Modernizacja oprobowania poziomów perspektywicznych o anomalnie wysokim ciśnieniu złożowym, str. 33.
Modernization of testing of the perspective horizons with an abnormally high reservoir pressure.
7. Zbigniew Wilk — Wybrane zagadnienia związane z podniesieniem jakości i obniżeniem kosztów wykonywania studni głębinowych, str. 41.
Selected issues connected with improvement of quality and reduction of costs of deep water well completion.
8. Kokou Cakpo, Andrzej Gonet — Ocena wykonawstwa studni w Beninie, str. 49.
Evaluation of water well completions in Benine.
9. Janusz Skoczylas, Leonard Jochemczyk, Piotr Chachlikowski — Petrograficzne badania neolitycznych surowców skalnych Kujaw, str. 53.
Petrographic examination of the neolithic rock raw resources in Kujawy.
10. Sympozjum „Wpływ gospodarki paliwowo-energetycznej na stan ekologiczny Podhala i Tatr” (M.G., G.H), str. 59.

ROK XXXI ZESZYT 4 (160)

1. Halina Markulis — Trzydziestolecie naszego czasopisma, str. 1.
Thirtieth anniversary of our journal.
2. Piotr F. Szpak — Zasoby ropy naftowej i gazu ziemnego Ukrainy na tle jej budowy geologicznej, str. 5.
The oil and natural gas resources of Ukraine against the geological background.
3. Maria Gładysz — Modele o parametrach rozłożonych pól geotermalnych Glerardalur i Podhala, str. 11.
Distributed parameter models of the Glerardalur and Podhale geothermal fields, p. 24.
4. Ogólnokrajowa narada organizacyjno-szkoleniowa głównych geologów wojewódzkich, (M. G.) str. 30.
5. Leszek Pikulski — Geneza okruszczenia utworów permskich na północnym skłonie wału wolsztyńskiego, str. 31.
Origin of the Permian mineral deposits on the northern slope of the Wolsztyn Range.
6. Tadeusz Wąchalowski, Ewa Panek, Beata Kępińska, Jan Nagel — Metale ciężkie w glebach w pobliżu drogi komunikacyjnej Nowy Targ-Zakopane, str. 49.
Heavy metal concentrations in the roadside soils between Nowy Targ and Zakopane.

ROK XXXI ZESZYT 5 (161)

1. Józefa Sokołowska, Julian Sokołowski — Ocena zasobów energii cieplnej możliwej do wydobycia odwiertem Skierniewice GT-1, str. 1.
Evaluation of heat energy resources possible to obtain through bore-hole Skierniewice GT-1.
2. Powołanie Europejskiego Oddziału Międzynarodowego Stowarzyszenia Geotermalnego, str. 22.
3. Janusz Kuchciński — Kilka uwag do tektoniki warwicyjskiej NW Polski (komunikat), str. 23.
4. Stanisław Dubiel, Wacław Chrzaszcz, Jan Ziaja — Metody inżynierii otworowej w świetle ochrony środowiska przyrodniczego, str. 25.
Bore-hole technology in the light of natural environmental protection.
5. Bogdan Grzesiak — Oczyszczanie płynów wiertniczych w obiegu zamkniętym, str. 33.
Closed drilling fluid systems.
6. Jan Oleksiak — Naturalne i antropogeniczne czynniki warunkujące ekologiczną jakość gleb, str. 37.
Natural and anthropogenic factors determining the ecological quality of soils.
7. Tatiana Bocheńska, Piotr Limisiewicz, Lech Poprawski — Elementy bilansu hydrogeologicznego w rejonie Wzgórz Dalkowskich, str. 41.
Constituents of hydrogeological balance in the Dalkowskie Hills Region.
8. Ewa Krogulec — Określanie parametrów hydrogeologicznych osadów słaboprzepuszczalnych w warunkach in situ przy zastosowaniu systemu monitoringu wód podziemnych BAT, str. 47.
In situ determination of hydrogeological parameters of low-permeable sediments with the use of the BAT ground water monitoring.

9. Juliusz Miecznik, Tomasz Barczyk, Wojciech Kłityński, Tomasz Maćkowski — Struktury dwuwymiarowe w polu płaskiej fali elektromagnetycznej, str. 53.
Two-dimensional models in the field of plane electromagnetic wave.
10. Wiesław Wittek — Techniczne, technologiczne i ekonomiczne aspekty pozyskania metanu ze złóż węgla kamiennego w Polsce, str. 59.
Technical, technological and economical aspects of exploration of coalbed methane in Poland.
11. Kazimierz Tabaczuk — Rdzeniówki standardowe i specjalne do wiercenia otworów normalnośrednicowych koronkami diamentowymi.
Standard and special core barrels for normal size drilling with diamond bits.
12. Janusz Skoczylas — Rozwój kartografii geologicznej w Polsce w latach 1918-1939, str. 71.
Evaluation of geological cartography in Poland in 1918-1939.
13. Kazimierz Kachlik — Moje zmagania w przemyśle rafineryjnym, str. 75.
My struggles in the petroleum refining industry.

ROK XXXI ZESZYT 6 (162)

1. Maria Gładysz, Józefa Sokołowska, Julian Sokołowski — Geothermal projects in Poland, p. 1.
Projekty geotermalne w Polsce.
2. Symposium geotermalne w Erding — "Geothermal Energy Symposium 1992—Technology, Ecology, Economics, Erding 12-15 X 1992", str. 6.
3. Julian Sokołowski, Piotr Długosz, Wiesław Bujakowski — The first geothermal plant in Poland, p. 9.
Pierwszy zakład geotermalny w Polsce.
4. Ireneusz Soliński, Jerzy Załucki, Józefa Sokołowska, Mieczysława Solińska — Analiza opłacalności pozyskiwania wód geotermalnych na Podhalu, w Uniejowie i w Skierniewicach, str. 19.
Profitability analysis of obtaining geothermal water in the Podhale region, Uniejów and Skierniewice, p. 22.
5. A. M. Abdallah — Neogene—Quaternary in Egypt. The Nile Delta, p. 25.
Neogen i czwartorzęd Egiptu. Delta Nilu.
6. Józef Wieczorek — Episodes — zeszyt wydany z okazji 29. Międzynarodowego Kongresu Geologicznego w Japonii, str. 33.

Antoni K. TOKARSKI (editor) — "Geological Problems of North-West Africa," Papers from the conference, Kraków, Poland, 23 and 24 April 1991, p. 36-52.

„Geologiczne problemy północno-zachodniej Afryki” — Materiały z konferencji, Kraków, 23-24 kwietnia 1991 r.

7. Maria Preidl — Precambrian evolution of the Ougarta Range (NW Africa, Algerian Sahara), p. 36.
Prekambryjska ewolucja Ougarty (NW Afryka, Sahara Algierska).
8. Jan Bromowicz, Stefan Kurek — Lithology and sedimentation of Cambrian rocks in the Ougarta Mountains (NW Africa, Algerian Sahara), p. 39.

- Litologia i sedymentacja skał kambru Ougarty (NW Afryka, Sahara Algerska).
9. Stefan Kurek, Maria Preidl — Metallogeny of copper in the Ougarta Range (NW Africa, Algerian Sahara), p. 43.
Metalogenia miedzi w Ougarcie (NW Afryka, Sahara Algerska)
 10. Jan Zaba — Structural evolution of West Hoggar and Adrar des Iforas in the Pan-African orogeny (Central Sahara, Algeria and Mali), p. 45.
Ewolucja strukturalna zachodniego Hoggaru oraz Adrar des Iforas podczas orogenezy panafrykańskiej (Sahara Centralna, Algeria i Mali) (kompilacja).
 11. Jan Zaba — The structure and tectonic evolution of major Amescor-Adrar fault zone (west Hoggar, Algeria), p. 47.
Struktura i rozwój tektoniczny walnej strefy uskoku Amescor-Adrar (Hoggar Zachodni, Algeria).
 12. Antoni K. Tokarski — Eburnean(?) overthrust in the western part of Eglab massif, Reguibat uplift (West African craton), p. 50.
Eburneńskie (?) nasunięcie w zachodniej części masywu Eglab, tarcza Reguibat (kraton Afryki Zachodniej).
 13. Antoni K. Tokarski, Marek Nieć — Precambrian volcanoes in Eglab massif, Reguibat uplift (West African craton). Preserved volcanic landscape c. 2.0 Ga Old, p. 51.
Prekambryjskie wulkany w masywie Eglab, tarcza Reguibat (kraton Afryki Zachodniej), zachowany krajobraz wulkaniczny sprzed około 2 mld. lat.
 14. Jan Jasionowicz — Carboniferous rocks in Algerian Sahara, p. 52.
Skały karbonu algerskiej Sahary.
 15. Stanisław Doktor, Marek Graniczny, Vladimir Ly-senko — Kompleksowa analiza fotogeologiczna Sudetów Zachodnich na obszarze Polski i Czech, str. 53.
The complex photogeological analysis of the Western Sudety Mts in Poland and Bohemia.
 16. Tadeusz Staroń, Halina Marczak — Wpływ parametrów geologiczno-górnictwa na zużycie wody technologicznej przy podziemnym wytopianiu siarki, str. 61.
The effect of the geological-mining parameters on the technological water consumption for underground sulphur melting.
 17. Wincenty Pawłowski — Instytut Przemysłu Naftowego Jasielskiego Okręgu Górniczego w Krośnie (1925-1931-1939), str. 65.
 18. Janusz Skoczylas — Z dziejów badań geologicznych w Borysławiu, str. 72.
5 lat czasopisma pod nazwą Technika Poszukiwań Geologicznych Geosynoptyka i Geotermia. Spis publikacji z lat 1988-1992, str. 73.

Małgorzata Krokoszyńska

Skład i łamanie: Jarosław Sokółowski, ul. Słowackiego 4, 05-075 Wesola koło Warszawy

Nakład 500 egz. Form. A-4. Ark. wyd. 20. Ark. druk. 11,5. Oddano do składania w listopadzie 1992 r.

Podpisano do druku 5 grudnia 1992 r. Druk ukończono w grudniu 1992 r.

Druk wykonano w Oficynie Wydawniczej AGAT-PRINT Kraków, ul. Uroczna 26.

Dwumiesięcznik „TECHNIKA POSZUKIWAŃ GEOLOGICZNYCH, GEOSYNOPTYKA I GEOTERMIA” prezentuje na swych łamach prace z zakresu: ekonomiki, fotogeologii, geochemii, geodezji, geografii, geofizyki, geosynoptyki, geotermii, geotechniki, górnictwa, hydrogeologii, informatyki, inżynierii złożowej i ciepłowniczej, kartografii, ochrony środowiska i zasobów naturalnych, petrografii i wiertnictwa, dotyczące:

- podstaw poszukiwania złóż kopalin użytecznych płynnych i stałych,
- zasad prognozowania i planowania prac geologiczno-poszukiwawczych,
- metod i technik poszukiwania i rozpoznawania złóż,
- metod oceny i zasad eksploatacji zasobów kopalin użytecznych,
- kryteriów techniczno-ekonomicznych poszukiwania, rozpoznawania i eksploatacji złóż,
- metod udostępniania i eksploatacji złóż kopalin płynnych,
- metod i technik wykorzystywania wód geotermalnych,
- nowych osiągnięć naukowych i technicznych przyspieszających postęp w poszukiwaniu, udostępnianiu i wykorzystywaniu złóż kopalin.

Pierwszeństwo w publikowaniu prac mają autorzy podający wyniki oryginalnych prac badawczych, realizowanych w ramach zadań planowych Centrum Podstawowych Problemów Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN oraz Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Techniki Geologicznej.

WSKAZÓWKI DLA AUTORÓW

1. Objętość artykułów nie powinna przekraczać 20 stron maszynopisu. Tekst należy dostarczyć redakcji w dwóch egzemplarzach (w tym 1 oryginał i 1 kopia) na papierze formatu A-4, pisany jednostronnie, z marginesem około 3 cm z lewej strony z podwójnym odstępem między wierszami (4 ząbki) 30 wierszy na stronie. Szczególnie starannie prosimy wpisywać wzory, greckie litery i inne oznaczenia. We wzorach należy wyraźnie wyróżnić frakcję górną i dolną (np. R^e , R_e czy R_e).
2. Na wstępie artykułu należy podać pełne imię i nazwisko autora oraz miejsce, adres i telefon jego pracy. Prosimy również o podanie adresu domowego.
3. Rysunki i fotografie należy dołączyć do maszynopisu w dwóch egzemplarzach, w postaci nadającej się do reprodukcji, w skali najwyższej dwukrotnie większej (liniowo) od skali druku, a więc dla ilustracji na jeden łam maksymalne wymiary mogą wynosić 14x48 cm, dla ilustracji na dwa łamy maksymalnie 33 x 48 cm. Rysunki muszą być wykonane czarnym (nierozwodnionym) tuszem na kalce technicznej (drugi egzemplarz w postaci odbitki kserograficznej). Opisy wewnątrz rysunku powinny być ograniczone do minimum, ew. szrafury i inne znaki umowne należy powtórzyć pod rysunkiem i oznaczyć kolejnymi numerami. Fotografie powinny być ostre i kontrastowe, wykonane na blyszczącym, gładkim, białym papierze. Zarówno rysunki, jak i fotografie powinny być oznaczone jako ryciny (ryc.) i mieć jedną ciągłą numerację zgodną z numeracją w tekście. Jeżeli materiał ilustracyjny nie będzie odpowiadał podanym wymaganiom, artykuły nie będą przyjmowane do druku.
4. Podpisy pod ryciny i ew. objaśnienia użytych na rysunku znaków umownych powinny być dołączone na oddzielnej kartce maszynopisu.
5. W tekście artykułu należy zaznaczyć ołówkiem przybliżone miejsce włamania ryciny.
5. Do artykułu należy dołączyć streszczenie w języku polskim (ew. również rosyjskim i angielskim), którego objętość nie może przekraczać pół strony maszynopisu.
7. Na końcu artykułu należy podać spis cytowanej literatury w porządku alfabetycznym autorów. W artykule natomiast wystarczy powoływać się na numery pozycji w spisie. W spisie tym należy podać: nazwisko autora inicjał imienia, tytuł pracy, czasopismo, rok i numer, a dla książek – miejsce i rok wydania. Pozycje literatury rosyjskiej należy pisać fonetycznie alfabetem łacińskim.
8. Redakcja zastrzega sobie prawo skracania artykułów i dokonywania adiustacji stylistycznej.
9. Redakcja prosi autorów o dokładną weryfikację maszynopisów nadsyłanych artykułów.

REDAKCJA

FOCUS ON
(AZORES)
PORTUGAL

DRAFT

A GEOTHERMAL INTERNATIONAL SERIES

SPONSORED BY:

**U.S. DEPARTMENT OF ENERGY
GEOTHERMAL TECHNOLOGY DIVISION (GTD)**

PREPARED FOR:

**LOS ALAMOS NATIONAL LABORATORY
UNDER CONTRACT No. 9-X36-3652C**

PREPARED BY:

**MERIDIAN CORPORATION
4300 KING STREET, SUITE 400
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22302-1508
(703) 998-3600**

This report was prepared as an account of work sponsored by the United States Government. Neither the United States nor the United States Department of Energy, nor any of their employees, nor any of their contractors, subcontractors, or their employees, makes any warranty, expressed or implied, or assumes any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness or usefulness of any information, apparatus, product or process disclosed, or represents that its use would not infringe upon privately owned rights.

PREFACE

The *Focus on Series* is prepared to give the U.S. Geothermal Industry a quick profile of several foreign countries. The countries depicted were chosen for both their promising geothermal resources and for their various stages of geothermal development, which can translate into opportunities for the U.S. geothermal industry. The series presents condensed statistics and information regarding each country's population, economic growth and energy balance with special emphasis on the country's geothermal resources, stage of geothermal development and most recent activities or key players in geothermal development. The series also offers an extensive list of references and key contacts, both in the U.S. and in the target country, which can be used to obtain detailed information.

The series is available for the following countries:
Argentina, Azores (Portugal), China, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Ethiopia, Guatemala, Honduras, Indonesia, Jordan, Mexico, St. Lucia, Thailand.

Additional countries might be available in the future.

The series is to be used in conjunction with four other publications specifically designed to assist the U.S. geothermal industry in identifying and taking advantage of geothermal activities and opportunities abroad, namely:

- The "*Review of International Geothermal Activities and Assessment of U.S. Industry Opportunities.*" Final Report, August 1987. Prepared for Los Alamos National Laboratory.
- The "*Summary Report*" of the above publication.
- "*Equipment and Services for Worldwide Applications,*" U.S. Department of Energy.
- The "*Listing of U.S. Companies that Supply Goods and Services for Geothermal Explorers, Developers and Producers Internationally,*" August 1987, prepared by GRC.

Copies of these publications can be obtained from the Geothermal Technology Division of the U.S. Department of Energy. Correspondence should be addressed to:

Dr. John E. Mock
Geothermal Technology Division (GTD)
1000 Independence Avenue
U.S. Department of Energy
Washington, DC 20585
(202) 586-5340

NOTE

Data presented in this document are based on several U.S. government official publications as well as international organizations, namely:

- Background Notes (U.S. Department of State)
- Foreign Economic Trends (U.S. Department of Commerce)
- World Development Report 1987 (World Bank)
- International Data Base for the U.S. Renewable Energy Industry, May 1986 (U.S. Department of Energy)

The country's geothermal resources write-up is a revision and update of the Appendix in the "Review of International Geothermal Activities and Assessment of U.S. Industry Opportunities." LANL, August 1987.

CONTENTS	PAGE
Focus on Portugal	1
Geothermal Resources	3
References and Key Contacts	
A. Business Climate Sources of Information	6
B. Geothermal-related Sources of Information	7
C. Key Contacts	8

FOCUS ON

PORTUGAL

Note: There are no separate statistics and data available for the Azores, an autonomous region of the Portuguese Republic, rich in geothermal resources. The following is a general profile of Portugal.

Official Name: Republic of Portugal

Area: 94,276 sq. km. (36,390 sq. mi.)

Capital: Lisbon

Population (1985): 10.2 million

Population Growth Rate: 0.7%

Languages: Portuguese

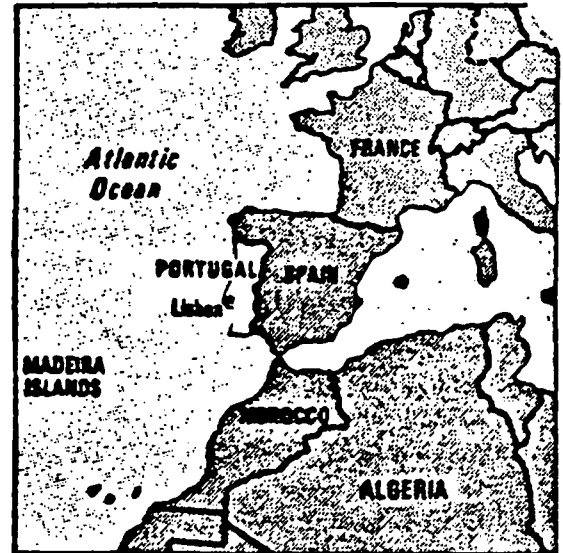
Economic Indicators:

Real GDP (1985): \$20.4 billion

Real Annual Growth Rate (1984): -1.5%

Per Capita Income (1984): \$1,930

Avg. Inflation Rate (1984): 29.3%



Trade and Balance of Payments:

(1985) Exports: \$5.68 billion

Trading Partners: U.S., E.E.C., European Free Trade Association (EFTA)

(1985) Imports: \$7.65 billion

(January 1985) Official Exchange Rate: 172 escudos = US \$1

Energy Profile: (Based on 1982 data unless otherwise indicated)

- Commercial Fuel Energy Consumption:

Total: 10.625 million ton of oil equivalent (mtoe)

1-Yr. Growth: -5.7%

- Commercial Fuel Breakdown:

Liquid Fuels Pct: 75%

Solid Fuel Pct: 4%

Natural Gas Pct: Negligible

Electric Pct: 21%

Commercial Fuel Consumption Growth Rate (1970-1980): 6.2%

- **Electricity Generation Capacity:**
 - (1982) Total Installed Elec. Capacity: 4,557 MW
 - Hydro: 58%
 - Hydro Potential: 6,000 MW
 - Steam: 37%
 - Gas Turbine: 5%
 - Diesel: 0%
 - Other: 0%

- **Electricity Sales:**
 - Total: 13,733 GWh
 - Residential: 18%
 - Commercial: 28%
 - Industrial: 28%
 - Government: 25%
 - Other: 1%
 - Average Electricity Price: Between 5.73 and 4.03 U.S. cents/kWh

- **Geothermal Power Generation**
 - Reservoir Potential (MW): Estimated around a total 20 MWe for all islands
 - Temperature Range: 200⁰-248⁰C

- **Geographic Locations:** Azores Islands, especially Terceira, Sao Miguel, Pico and Fayal Islands

- **Development Status:** 3 MWe pilot on Sao Miguel island already in place, soon to be followed by a 10 MWe power plant.

- **Countries Actively Involved:** France, Japan, New Zealand and U.S.

- **General Need for Assistance:** Further drilling, reservoir modeling, financing and commercial power production

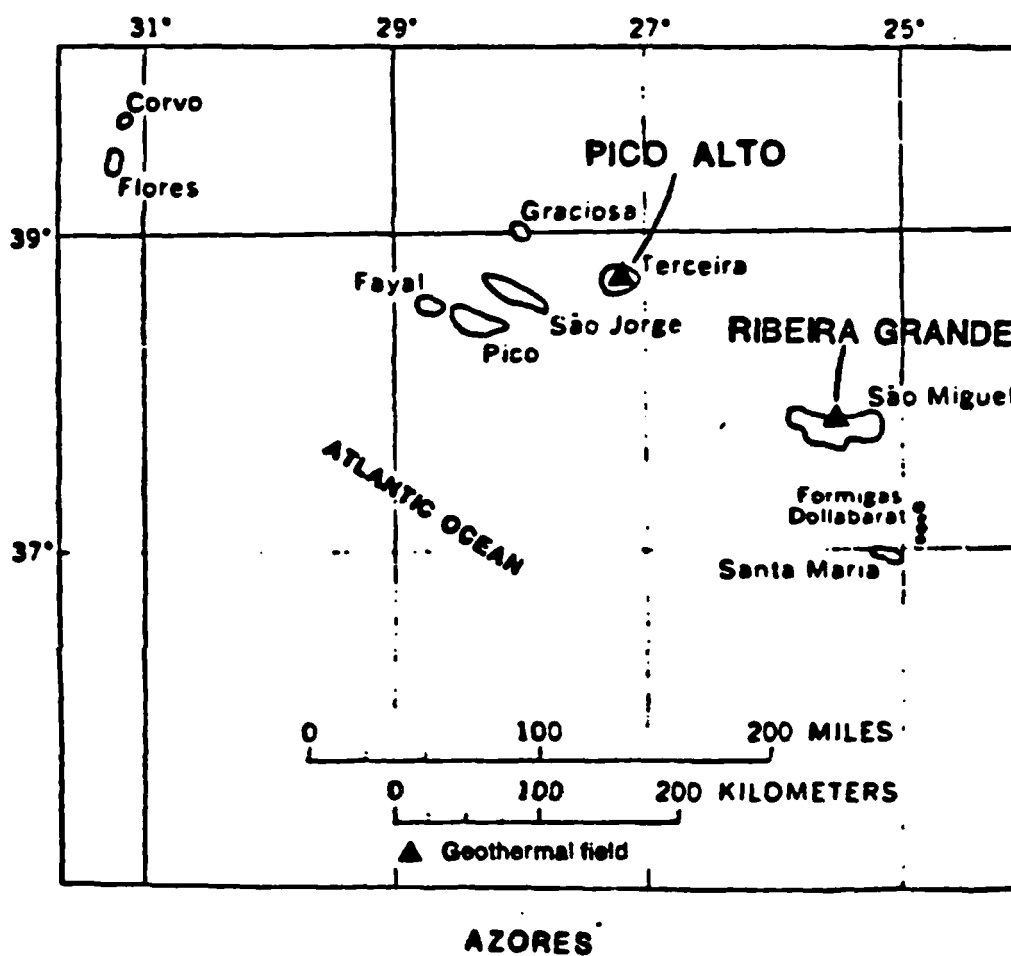
- **International Funding:** Data not available

GEOHERMAL RESOURCES

The Azores are an autonomous region of the Portuguese Republic. The Azores Archipelago consists of nine islands and is located nearly 1000 miles west of the coast of Portugal at 37° 44' N latitude and 29° 25' W longitude in the Atlantic Ocean. The Azores lie in a volcanically active "hotspot" along an active transform fault. The nine islands have a total surface area of 900 km², with a population of 258,000.

Today, geothermal development is underway on Sao Miguel, the largest and most heavily populated island in the Azores. The central region of Sao Miguel is dominated by the Agua de Pau Massif, also known as the Fogo Volcanic Area. The Pico Vermelho cinder cone is located in northern Agua de Pau Massif near the town of Ribeira Grande (both the cinder cone and the town are referred to as within the same geothermal field).

Although initial interest in geothermal development of the Azores began in 1950, the first exploratory borehole was not drilled until 1974, by Dalhousie University. The Dalhousie well (981 m) south of Ribeira Grande, yielded a temperature of 200°C upon testing.



A \$1.4 million Portuguese government grant for geothermal research and development of the Azores was awarded to a U.S. company in 1976. The grant was for geothermal reconnaissance through the drilling of deep exploratory wells. Before deep drilling began, the company filed for bankruptcy and the Azorean Laboratory of Geosciences and Technology took over the management of the project. Drilling consulting services were provided by Eurafrep (France) while a Portuguese firm, Acavaco, was retained to carry out the drilling. Three boreholes, drilled between 811 and 1500 m deep, were found to have temperatures between 220-248°C.

After the drilling of successful exploratory boreholes, magnetotelluric surveys were run. The magnetotelluric and borehole information was combined to formulate a target model that was tested by the drilling of two production wells. Thermal fluids are produced from these wells at depths between 500 and 700 m with a maximum temperature of 248°C achieved at 645 m.

In 1980, a 3 MWe pilot plant supplied by two production wells was installed by Mitsubishi near the Pico Vermelho cinder cone. Reportedly, a 10 MWe power plant is to be installed on Sao Miguel by 1989 by General Electric and Stone and Webster (U.S.A) and with financial backing from private Portuguese sources.

Future geothermal development is possible on all of the other islands. A geothermal exploration program was carried out on Terceira island during 1981-1982 and was performed by GENZL and Mitsubishi. As a result, the Pico Alto Volcanic Center was identified as a likely geothermal prospect. The 240°-250°C geothermal center lies at a depth of 400 m and continues down to more than 1100 m. All three islands have plans to install small geothermal power plants by 1987 with an estimated 7.5 MWe total capacity.

Bibliography

Mitsubishi Heavy Industries Ltd. "Azores Geothermal Power Plant." Marketing brochure.

Meidav, M.Z., 1981, "Geothermal Development in the Azores." Geothermal Resources Council Transactions, Vol. 5, pp. 29-32.

Tahara, Mamoru, 1981, "New Geothermal Power Plants in the Azores and Kenya." Geothermal Resources Council Transactions, Vol. 5, pp. 41-42.

Geothermal Report, 1986, "Geothermal Project in the Azores." June 2, p. 4.

**REFERENCES
AND
KEY CONTACTS**

A. Business Climate Sources of Information

The following references are suggested for timely information on the business climate in Portugal.

U.S. GOVERNMENT PUBLICATIONS

U.S. Department of Commerce

- Foreign Economic Trends (FET) and their Implications for the U.S.
- Overseas Business Reports (OBR)

U.S. Department of State

- Background Notes

NON-GOVERNMENT PUBLICATIONS

- International Series, published by Ernst and Whinney
- Businessman's Guide to....., published by Price Waterhouse and Co.
- Information Guide: Doing Business in, published by Price Waterhouse and Co.
- Task and Trade Guide, published by Arthur Andersen
- Task and Investment Profile, published by Touche Ross and Co.

B. Geothermal-Related Sources of Information

The following reports and documents are suggested for further information regarding geothermal energy and export opportunities overseas:

Los Alamos National Laboratory:

- Review of International Geothermal Activities and Assessment of U.S. Industry Opportunities

U.S. Department of Energy

- Equipment and Services for Worldwide Applications
- Guide to the International Development and Funding Institutions for the U.S. Renewable Energy Industry
- Federal Export Assistance Programs Applicable to the U.S. Renewable Energy Industry
- International Data Base for the U.S. Renewable Energy Industry
- Committee on Renewable Energy Commerce and Trade: CORECT's Second Year - October 1985-November 1986

California Energy Commission (CEC)

- Foreign Geothermal Energy Market Analysis
- Small Scale Electric Systems Using Geothermal Energy: A Guide to Development

U.S. Department of Commerce - International Trade Administration

- A Competitive Assessment of the U.S. Renewable Energy Equipment Industry

U.S. Export Council for Renewable Energy

- International Renewable Energy Industry Trade Policy

C. KEY CONTACTS

Agency for International Development

- Bureau for Science and Technology

Dr. James Sullivan
Director, Office of Energy
Bureau for Science and Technology
Agency for International Development
Washington, D.C. 20523
(703) 235-8902

- Office of Middle East, Europe and North African Affairs

Mr. Marx Sterne
Desk Officer-in-Charge for Europe
Office of Middle East, Europe and North African Affairs
Agency for International Development
Washington, D.C. 20523
(202) 647-9000

- Bureau for Private Enterprise

Mr. Sean P. Walsh
Director, Office of Investment
Bureau for Private Enterprise
Agency for International Development
Washington, D.C. 20523
(202) 647-9843

Mr. Russell Anderson
Director, Office of Project Development
Bureau for Private Enterprise
Agency for International Development
Washington, D.C. 20523
(202) 647-5806

- Bureau for External Affairs

Ms. Rhea Johnson
Director, Office of Public Enquiries
Bureau for External Affairs
Agency for International Development
Washington, D.C. 20523
(202) 647-1850

- Publications

Ms. Dolores Weiss
Director, Office of Publications
Bureau for External Affairs
Agency for International Development
Washington, D.C. 20523
(202) 647-4330

U.S. Department of Commerce/International Trade Administration

- Office of International Major Projects

Mr. Leo E. Engleson
Office of International Major Projects
Room 2015-B
International Trade Administration
U.S. Department of Commerce
Washington, DC 20230
(202) 377-2732

- Foreign Industry Sector

Mr. Les Garden
International Trade Specialist for Renewable Energy Equipment
Office of General Industrial Machinery
Room 2805
International Trade Administration
U.S. Department of Commerce
Washington, DC 20230
(202) 377-0556

- International Economic Policy

Mr. Peter B. Hale
Director, Office of Western Europe
Office of International Economic Policy
Room 3043
International Trade Administration
U.S. Department of Commerce
Washington, DC 20230
(202) 377-5341

- Office of Trade Promotion

Mr. Saul Padwo
Director
Office of Trade Promotion
Room 1332
International Trade Administration
U.S. Department of Commerce
Washington, DC 20230
(202) 377-1468

- Export Development

Ms. Frances Lee
Europe
U.S. and Foreign Commercial Service (USFCS)
U.S. Department of Commerce
Washington, DC 20230
(202) 377-4511

- Minority Business Development Centers

Minority Business Development Agency
U.S. Department of Commerce
Washington, DC 20230
(202) 377-1936

or contact:

Regional Offices:

Atlanta, GA (404) 881-4091
Chicago, IL (312) 353-0182
San Francisco, CA (415) 556-7234
Dallas, TX (214) 767-8001
New York, NY (212) 264-3262
Washington, DC (202) 377-8275 or 8267

- DOC Marketing Periodicals

Superintendent of Documents
U.S. Government Printing Office
Washington, DC 20402
(202) 783-3238

U.S. Department of Energy

Dr. Robert San Martin
DAS/RE
Office of Conservation and Renewable Energy
CE-030
U.S. Department of Energy
1000 Independence Avenue, SW
Washington, DC 20585
(202) 586-9275

Dr. John E. Mock
Director, Geothermal Technology Division (GTD)
Office of Conservation and Renewable Energy
CF-342
U.S. Department of Energy
1000 Independence Avenue, SW
Washington, DC 20585
(202) 586-5340

Export-Import Bank

- International Lending

Mr. James R. Sharpe
Senior Vice President, International Lending
Export-Import Bank
811 Vermont Avenue, NW
Washington, DC 20571
(202) 566-8187

- Europe Division

Mr. Thomas E. Moran
Vice President, Europe and Canada Division
Export-Import Bank
811 Vermont Avenue, N.W.
Washington, DC 20571
(202) 566-8813

Geothermal Resources Council

Mr. David N. Anderson
111 Q Street, Suite 29
P.O. Box 1350
Davis, CA 95617-1350
(916) 758-2360

International Trade Commission

Office of Publications
701 E Street, NW
International Trade Commission
Washington, DC 20436
(202) 523-5178

Office of the U.S. Trade Representative

Mr. Fred Ryan
Director, Private Sector Liaison Division
Office of the U.S. Trade Representative
600 17th Street, NW
Washington, DC 20506
(202) 456-7140

Overseas Private Investment Corporation

- Insurance Department

**Mr. B. Thomas Mansbash
Managing Director, Africa & Middle East,
Europe and South Asia Division
Overseas Private Investment Corporation
1615 M Street, NW
Washington, DC 20527
(202) 457-7045**

- Energy Program

**Mr. R. Douglas Greco
Manager, Natural Resources
Overseas Private Investment Corporation
1615 M Street, NW
Washington, DC 20527
(202) 457-7044**

- Finance Department

**Ms. Suzanne M. Goldstein
Managing Director, Financial Services and Product
Development
Overseas Private Investment Corporation
1615 M Street, NW
Washington, DC 20527
(202) 457-7192**

**Mr. John Paul Andrews
Managing Director, Major Projects
Overseas Private Investment Corporation
1615 M Street, NW
Washington, DC 20527
(202) 457-7196**

- Office of Development

**Mr. Michael R. Stack
Development Assistance Director
Overseas Private Investment Corporation
1615 M Street, NW
Washington, DC 20527
(202) 457-7135**

Small Business Administration

Mr. Michael E. Deegan
Director, Office of International Trade
U.S. Small Business Administration
1441 L Street, NW, Room 100
Washington, DC 20416
(202) 653-7794

United Nations

- United Nations Development Program

Mr. A. Bruce Harland
Director
UNDP Energy Office
One United Nations Plaza
New York, NY 10017
(212) 906-6090

- United Nations Department of Technical Cooperation
for Development

Mr. Edmund K. Leo
Chief
Energy Resources Branch
Department of Technical Cooperation for Development
One United Nations Plaza
New York, NY 10017
(212) 963-8773

Mr. Nicky Beredjick
Director
National Resources and Energy Division
Department of Technical Cooperation for Development
One United Nations Plaza
New York, NY 10017
(212) 963-8764

Mr. Mario Di Paola
Technical Adviser on Geothermal Energy
Energy Resources Branch
Department of Technical Cooperation for Development
One United Nations Plaza
New York, NY 10017
(212) 963-8596

Mr. Joseph V. Acakpo-Satchivi
Secretary
Committee on the Development and Utilization of New
and Renewable Sources of Energy
United Nations
New York, NY 10017
(212) 963-5737

- Publications

Development Business
P.O. Box 5850
Grand Central Station
New York, NY 10163-5850
(212) 963-4460

World Bank

Mr. Anthony A. Churchill
Director
Industry and Energy Department
Sector Policy and Research
The World Bank
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433
(202) 477-4676

Mr. Gunter Schramm
Division Director
Energy Development Division
Industry and Energy Department
Sector Policy and Research
The World Bank
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433
(202) 473-3266

Mr. Robert J. Saunders
Division Director
Energy Strategy, Management and
Assessment Division
Industry and Energy Department
The World Bank
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433
(202) 473-3254

- Regional Offices

Mr. Abderraouf Bouhaouala
Technical Director
Europe, Middle East and North Africa Region
The World Bank
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433
(202) 473-2707

Mr. Mohammad Reza Amin
Division Chief
Industry and Energy Division
Europe, Middle East and North Africa Region
The World Bank
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433
(202) 477-5979

Mr. Eugenio F. Lari
Country Director
Europe, Middle East and North Africa
The World Bank
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433
(202) 473-7035

Mr. Anil Sood
Division Chief
Infrastructure and Energy Operations Division
Europe, Middle East and North Africa
The World Bank
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433
(202) 473-2580

- Public Affairs Office

The World Bank
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433
(202) 477-1234

- Publications

Development Business
P.O. Box 5850
Grand Central Station
New York, NY 10163-5850
(212) 754-4460

FOCUS ON
(AZORES)
PORTUGAL

DRAFT

A GEOTHERMAL INTERNATIONAL SERIES

SPONSORED BY:

**U.S. DEPARTMENT OF ENERGY
GEOTHERMAL TECHNOLOGY DIVISION (GTD)**

PREPARED FOR:

**LOS ALAMOS NATIONAL LABORATORY
UNDER CONTRACT No. 9-X36-3652C**

PREPARED BY:

**MERIDIAN CORPORATION
4300 KING STREET, SUITE 400
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22302-1508
(703) 998-3600**

PREFACE

The *Focus on Series* is prepared to give the U.S. Geothermal Industry a quick profile of several foreign countries. The countries depicted were chosen for both their promising geothermal resources and for their various stages of geothermal development, which can translate into opportunities for the U.S. geothermal industry. The series presents condensed statistics and information regarding each country's population, economic growth and energy balance with special emphasis on the country's geothermal resources, stage of geothermal development and most recent activities or key players in geothermal development. The series also offers an extensive list of references and key contacts, both in the U.S. and in the target country, which can be used to obtain detailed information.

The series is available for the following countries:
Argentina, Azores (Portugal), China, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Ethiopia, Guatemala, Honduras, Indonesia, Jordan, Mexico, St. Lucia, Thailand.

Additional countries might be available in the future.

The series is to be used in conjunction with four other publications specifically designed to assist the U.S. geothermal industry in identifying and taking advantage of geothermal activities and opportunities abroad, namely:

- The "*Review of International Geothermal Activities and Assessment of U.S. Industry Opportunities.*" Final Report, August 1987. Prepared for Los Alamos National Laboratory.
- The "*Summary Report*" of the above publication.
- "*Equipment and Services for Worldwide Applications,*" U.S. Department of Energy.
- The "*Listing of U.S. Companies that Supply Goods and Services for Geothermal Explorers, Developers and Producers Internationally,*" August 1987, prepared by GRC.

Copies of these publications can be obtained from the Geothermal Technology Division of the U.S. Department of Energy. Correspondence should be addressed to:

Dr. John E. Mock
Geothermal Technology Division (GTD)
1000 Independence Avenue
U.S. Department of Energy
Washington, DC 20585
(202) 586-5340

CONTENTS	PAGE
Focus on Portugal	1
Geothermal Resources	3
References and Key Contacts	
A. Business Climate Sources of Information	6
B. Geothermal-related Sources of Information	7
C. Key Contacts	8

FOCUS ON

PORTUGAL

Note: There are no separate statistics and data available for the Azores, an autonomous region of the Portuguese Republic, rich in geothermal resources. The following is a general profile of Portugal.

Official Name: Republic of Portugal

Area: 94,276 sq. km. (36,390 sq. mi.)

Capital: Lisbon

Population (1985): 10.2 million

Population Growth Rate: 0.7%

Languages: Portuguese

Economic Indicators:

Real GDP (1985): \$20.4 billion

Real Annual Growth Rate (1984): -1.5%

Per Capita Income (1984): \$1,930

Avg. Inflation Rate (1984): 29.3%



Trade and Balance of Payments:

(1985) Exports: \$5.68 billion

Trading Partners: U.S., E.E.C., European Free Trade Association (EFTA)

(1985) Imports: \$7.65 billion

(January 1985) Official Exchange Rate: 172 escudos = US \$1

Energy Profile: (Based on 1982 data unless otherwise indicated)

- Commercial Fuel Energy Consumption:

Total: 10.625 million ton of oil equivalent (mtoe)

1-Yr. Growth: -5.7%

- Commercial Fuel Breakdown:

Liquid Fuels Pct: 75%

Solid Fuel Pct: 4%

Natural Gas Pct: Negligible

Electric Pct: 21%

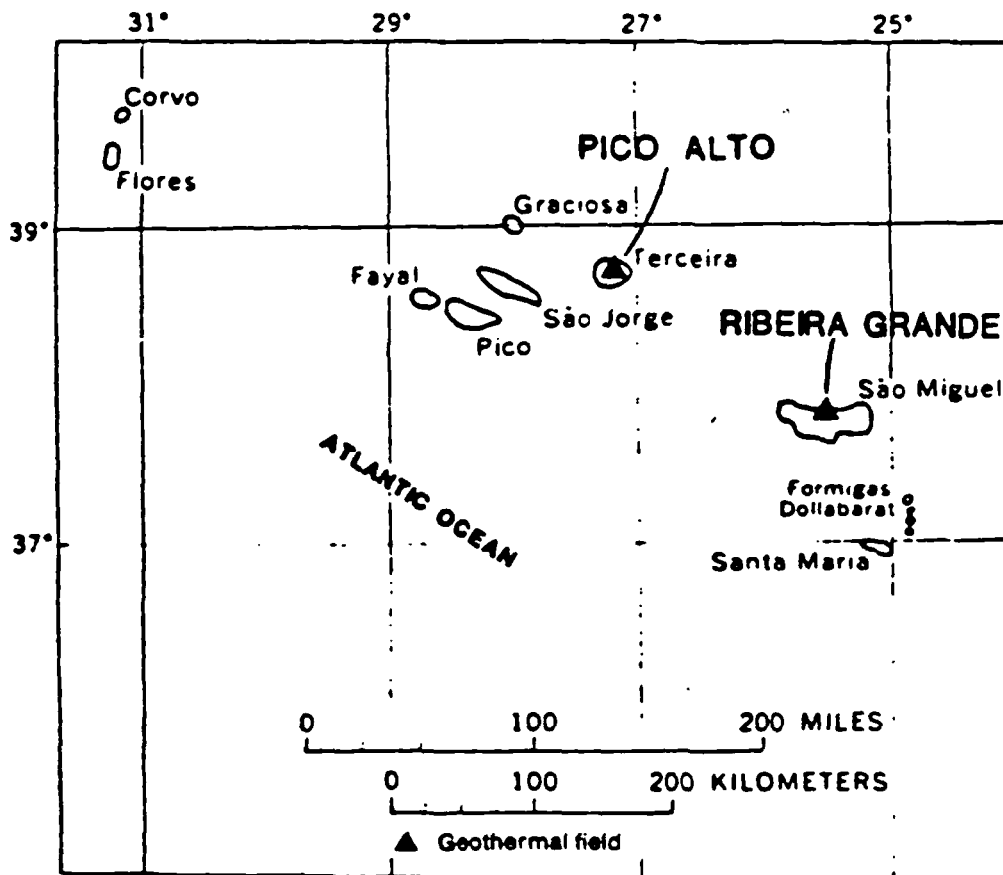
Commercial Fuel Consumption Growth Rate (1970-1980): 6.2%

GEOHERMAL RESOURCES

The Azores are an autonomous region of the Portuguese Republic. The Azores Archipelago consists of nine islands and is located nearly 1000 miles west of the coast of Portugal at 37° 44' N latitude and 29° 25' W longitude in the Atlantic Ocean. The Azores lie in a volcanically active "hotspot" along an active transform fault. The nine islands have a total surface area of 900 km², with a population of 258,000.

Today, geothermal development is underway on Sao Miguel, the largest and most heavily populated island in the Azores. The central region of Sao Miguel is dominated by the Agua de Pau Massif, also known as the Fogo Volcanic Area. The Pico Vermelho cinder cone is located in northern Agua de Pau Massif near the town of Ribeira Grande (both the cinder cone and the town are referred to as within the same geothermal field).

Although initial interest in geothermal development of the Azores began in 1950, the first exploratory borehole was not drilled until 1974, by Dalhousie University. The Dalhousie well (981 m) south of Ribeira Grande, yielded a temperature of 200°C upon testing.



AZORES

**REFERENCES
AND
KEY CONTACTS**

B. Geothermal-Related Sources of Information

The following reports and documents are suggested for further information regarding geothermal energy and export opportunities overseas:

Los Alamos National Laboratory:

- Review of International Geothermal Activities and Assessment of U.S. Industry Opportunities

U.S. Department of Energy

- Equipment and Services for Worldwide Applications
- Guide to the International Development and Funding Institutions for the U.S. Renewable Energy Industry
- Federal Export Assistance Programs Applicable to the U.S. Renewable Energy Industry
- International Data Base for the U.S. Renewable Energy Industry
- Committee on Renewable Energy Commerce and Trade: CORECT's Second Year - October 1985-November 1986

California Energy Commission (CEC)

- Foreign Geothermal Energy Market Analysis
- Small Scale Electric Systems Using Geothermal Energy: A Guide to Development

U.S. Department of Commerce - International Trade Administration

- A Competitive Assessment of the U.S. Renewable Energy Equipment Industry

U.S. Export Council for Renewable Energy

- International Renewable Energy Industry Trade Policy

- Publications

Ms. Dolores Weiss
Director, Office of Publications
Bureau for External Affairs
Agency for International Development
Washington, D.C. 20523
(202) 647-4330

U.S. Department of Commerce/International Trade Administration

- Office of International Major Projects

Mr. Leo E. Engleson
Office of International Major Projects
Room 2015-B
International Trade Administration
U.S. Department of Commerce
Washington, DC 20230
(202) 377-2732

- Foreign Industry Sector

Mr. Les Garden
International Trade Specialist for Renewable Energy Equipment
Office of General Industrial Machinery
Room 2805
International Trade Administration
U.S. Department of Commerce
Washington, DC 20230
(202) 377-0556

- International Economic Policy

Mr. Peter B. Hale
Director, Office of Western Europe
Office of International Economic Policy
Room 3043
International Trade Administration
U.S. Department of Commerce
Washington, DC 20230
(202) 377-5341

- Office of Trade Promotion

Mr. Saul Padwo
Director
Office of Trade Promotion
Room 1332
International Trade Administration
U.S. Department of Commerce
Washington, DC 20230
(202) 377-1468

Export-Import Bank

- International Lending

Mr. James R. Sharpe
Senior Vice President, International Lending
Export-Import Bank
811 Vermont Avenue, NW
Washington, DC 20571
(202) 566-8187

- Europe Division

Mr. Thomas E. Moran
Vice President, Europe and Canada Division
Export-Import Bank
811 Vermont Avenue, N.W.
Washington, DC 20571
(202) 566-8813

Geothermal Resources Council

Mr. David N. Anderson
111 Q Street, Suite 29
P.O. Box 1350
Davis, CA 95617-1350
(916) 758-2360

International Trade Commission

Office of Publications
701 E Street, NW
International Trade Commission
Washington, DC 20436
(202) 523-5178

Office of the U.S. Trade Representative

Mr. Fred Ryan
Director, Private Sector Liaison Division
Office of the U.S. Trade Representative
600 17th Street, NW
Washington, DC 20506
(202) 456-7140

Small Business Administration

Mr. Michael E. Deegan
Director, Office of International Trade
U.S. Small Business Administration
1441 L Street, NW, Room 100
Washington, DC 20416
(202) 653-7794

United Nations

- United Nations Development Program

Mr. A. Bruce Harland
Director
UNDP Energy Office
One United Nations Plaza
New York, NY 10017
(212) 906-6090

- United Nations Department of Technical Cooperation
for Development

Mr. Edmund K. Leo
Chief
Energy Resources Branch
Department of Technical Cooperation for Development
One United Nations Plaza
New York, NY 10017
(212) 963-8773

Mr. Nicky Beredjick
Director
National Resources and Energy Division
Department of Technical Cooperation for Development
One United Nations Plaza
New York, NY 10017
(212) 963-8764

Mr. Mario Di Paola
Technical Adviser on Geothermal Energy
Energy Resources Branch
Department of Technical Cooperation for Development
One United Nations Plaza
New York, NY 10017
(212) 963-8596

Mr. Joseph V. Acakpo-Satchivi
Secretary
Committee on the Development and Utilization of New
and Renewable Sources of Energy
United Nations
New York, NY 10017
(212) 963-5737

Mr. Mohammad Reza Amin
Division Chief
Industry and Energy Division
Europe, Middle East and North Africa Region
The World Bank
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433
(202) 477-5979

Mr. Eugenio F. Lari
Country Director
Europe, Middle East and North Africa
The World Bank
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433
(202) 473-7035

Mr. Anil Sood
Division Chief
Infrastructure and Energy Operations Division
Europe, Middle East and North Africa
The World Bank
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433
(202) 473-2580

- Public Affairs Office

The World Bank
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433
(202) 477-1234

- Publications

Development Business
P.O. Box 5850
Grand Central Station
New York, NY 10163-5850
(212) 754-4460