

H. M. FRENCH* W. DOBIŃSKI**

Ottawa –Sosnowiec

PERMAFROST ADVANCES AT YELLOWKNIFE, CANADA: REPORT OF THE SEVENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERMAFROST

INTRODUCTION

The Seventh International Conference on Permafrost was held June 23–27, 1998, in the city of Yellowknife, capital city of the Northwest Territories, Canada. Yellowknife is the largest city in northern Canada with a population of just over 17,000. Lying on the north shore of Great Slave Lake, at latitude 62°29'N, it is located within the Zone of Discontinuous Permafrost (Fig. 1). This has had a significant impact upon the deve-

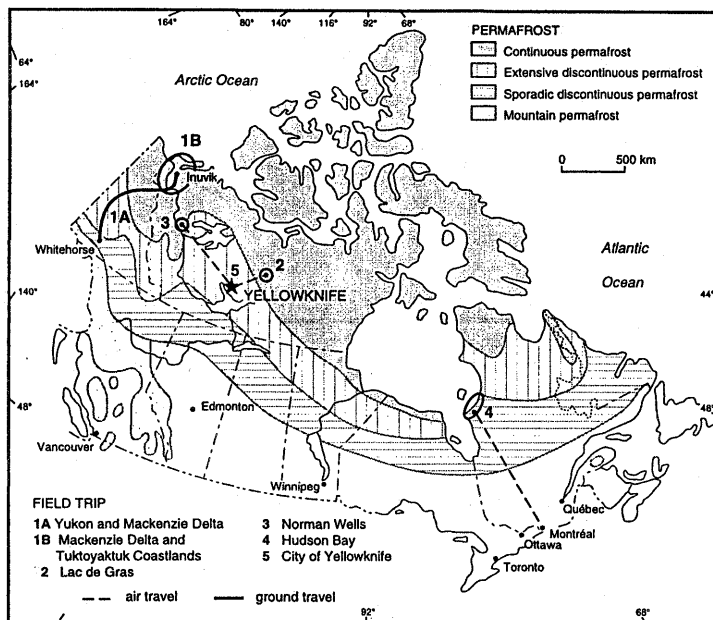


Fig. 1. Location of Yellowknife, N.W.T., Canada, showing the extent of permafrost in Canada, and the field excursions associated with the conference

Lokalizacja Yellowknife, N. W. T., Kanada. Przedstawiono także zasięg i rodzaj wieloletniej zmarzliny oraz trasy wycieczek terenowych związanych z Konferencją

* Department of Geography and Earth Sciences, and Ottawa-Carleton Geoscience Centre, University of Ottawa, Ottawa, Ontario K1N 6N5, Canada. E-mail: hfrench@science.uottawa.ca

** Department of Geomorphology, Faculty of Earth Sciences, University of Silesia, ul. Będzińska 60, 41–200 Sosnowiec; E-mail: dobin@ultra.cto.us.edu.pl

lopment of the city. Many buildings, roads and other infrastructure needs have been designed in recent years to deal with the occurrence of warm, localized permafrost bodies. Thus, participants at the conference were able to experience, at first hand, some of the interesting, and some of the more problematic, aspects of permafrost in Canada. Two one-day visits to the BHP diamond mine project at Lac de Gras, and a local half-day walking tour within the City of Yellowknife itself, were part of the conference program.

Earlier international conferences on permafrost, usually organized at 5 years intervals, have been held in Lafayette (USA) in 1963, Yakutsk, Siberia (1973), Edmonton, Canada (1978), Fairbanks, Alaska (1983), Trondheim, Norway (1988), and Beijing, China (1993). Over 275 participants, including accompanying persons, representing 25 countries, attended the Yellowknife meetings, and over 150 scientific presentations were made, either orally or in the form of a poster presentation. The IPA Council met on two occasions and a new and expanded Executive was elected and significant changes were made to the Constitution of the Association. The conference was sponsored by the National Research Council of Canada, the Geological Survey of Canada, the Cold Regions Division of the Canadian Geotechnical Society, and the Aurora Research Institute of the Northwest Territories. A National Organizing Committee, chaired by Don Hayley, EBA Engineering Ltd, was assisted by a Local Committee, chaired by Craig D'Entremont, Aurora Research Institute, GNWT. The conference secretariat services were provided in Ottawa by D. Desrochers, Environmental Analysis Services, and in Yellowknife by Office Compliments Ltd.

The Opening Ceremony included welcoming statements by Mr CHARLES DENT, Minister of Education and Tourism, Government of the Northwest Territories, Mr DAVID LOVELL, Mayor of Yellowknife, and Dr JEAN-SERGE VINCENT, Geological Survey of Canada, on behalf of the Federal Government of Canada.

PERMAFROST RESEARCH IN CANADA

The importance of permafrost research to Canada was emphasized by Dr JEAN-SERGE VINCENT, in his role as a government science manager (Director, Terrain Sciences Division, Geological Survey of Canada), in his opening comments. These research needs are applicable not only to Canada and Alaska, but to the other major permafrost regions of northern Europe, Russia, northeast China, Tibet, and, to a degree, the mountain permafrost regions of the world.

There are five immediate and essential research thrusts. First, there is an urgent need to systematically acquire more baseline data on the precise distribution, thickness, ground ice content, ground thermal regime and

engineering properties, and behavior of permafrost in many areas, particularly those where economic development is either ongoing or anticipated. For example, in Canada, outside of a few restricted areas, relatively little is known about permafrost in surficial deposits or in the bedrock of extensive areas of the Canadian Shield. Roads to the Arctic coast, port facilities, mines, and larger communities are being planned but baseline data are largely lacking.

Second, environmental concerns in permafrost are increasing, particularly with regards to contaminant movement or containment in frozen ground. As regards oil and gas, the disposal of waste drilling fluids in below-ground sumps has been a concern for over two decades in Arctic Canada. Now, as other forms of mining activities increase in both North America and Siberia, these problems become increasingly complex. For example, the knowledge of permafrost aquifers is limited, yet it is essential if the tailings from new mines are to be handled efficiently and safely. Finally, the clean-up and control of various wastes that have been left in northern Canada, Alaska, and Siberia over the past 50 years, following industrial, military or other activities, can only be effective if there is a sound science base.

A third research area involves acquiring better information on permafrost-related hazards as they affect northern communities and infrastructures of all types. Slope stability, thaw settlement and frost heave are fundamental areas of permafrost research. Likewise, there are special issues such as, for example, coastal erosion of permafrost shorelines. At Tuktoyaktuk, in the Pleistocene Mackenzie Delta region of Canada, the frozen coast is receding in places at rates of more than 10 m/year. There is a need to thoroughly understand permafrost-related geomorphic processes and mechanisms. Also, there is a need to understand how the various geotechnical and environmental conditions control these mechanisms, and how surficial geology, vegetation, climate and permafrost interact.

A fourth research need involves the development and testing of new or modified geophysical techniques. These are needed to accurately and inexpensively delineate massive ice bodies and high ice contents in frozen sediments. In this way one may hope to minimize potential terrain disturbance or infrastructure damage in permafrost regions.

The fifth research need in permafrost deals with the issue of providing a sound and realistic understanding of the impact of climate change on permafrost to both the physical environment and to engineering structures. Monitoring and modelling capabilities must be developed such that they can determine the signal of change in the cryosphere, to evaluate impact scenarios, and to formulate adaptation measures. The high latitudes of both North America and Eurasia will be especially affected. For exam-

ple, in Canada, current predictions indicate a substantial warming in the Mackenzie River basin. It is thought that an average 2°C warming in summer temperatures will result in the progressive degradation of permafrost, and eventually lead to its virtual elimination over large areas. Over time, this will have a substantial impact upon communities, infrastructures, transportation corridors, and the environment in general. Associated with the issue of climate change is the acquisition of information on the distribution of widespread and abundant, but poorly known, gas hydrates in permafrost, and the various conditions that control their occurrence. The release into the atmosphere of large quantities of this greenhouse gas, that are presently trapped in permafrost, will significantly add to the global warming problem on the larger scale.

POLISH RESEARCH ON PERMAFROST

Polish research on permafrost and modern periglacial processes has been carried out for many years in the Arctic (Spitsbergen), Antarctic (King George Land) and for few years in the Tatra Mountains. In the latter, the problem of permafrost occurrence appeared in the scientific literature at the beginning of the 1990s. All these investigations have been carried out by different scientific groups in the frames of Polish polar expeditions, research projects financed by the Polish Committee on Scientific Research and individual scientific institutions (M. Curie-Skłodowska University in Lublin, A. Mickiewicz University in Poznań, M. Kopernik University in Toruń, Wrocław University, Silesian University in Katowice, Institute of Geography of Polish Academy of Sciences in Kraków and Institute of Geophysics of Polish Academy of Sciences in Warsaw.

In Spitsbergen, these investigations are concentrated on the west coast of the island, namely, in the area of Hornsund Bay (basing on Polish Polar Station of Polish Academy of Sciences and S. Baranowski Station of Wrocław University), in the area of Bellsund–Calypsobyen (Station of the M. Curie-Skłodowska University) and in the area of Forlandusundet (Station of the M. Kopernik University). The research on Tatra permafrost is carried out in the Alpine zone of High Tatra Mountains, both on Polish and Slovakian parts of the Mountains.

These investigations concern the following problems:

- thermal structure, dynamics and thickness of active and subsurface layers of permafrost in
- different tundra geosystems;
- development of morphogenetic processes (weathering, mass movements), frost heave,
- segregation, aeolian processes, slopewash, chemical and mechanical denudation,

- cryochemical processes and their importance in functioning of tundra ecosystems,
- hydrology of permafrost areas,
- rock glaciers,
- Quaternary evolution of permafrost areas.

On King George Land, the investigations are carried out basing on H. Arctowski Polish Polar Station and they are concentrated on monitoring of permafrost active layer, modern morphogenetic processes and functioning of polar ecosystems.

The investigations on permanent permafrost in Tatra Mountains have been carried out since the beginning of the 1990s. First studies initiated in the University of Silesia were concentrated on wide documentary evidence of permafrost occurrence in the Alpine zone of Tatra Mountains. These investigations were mainly carried out with the use of geophysical methods applied earlier by Swiss geomorphologists in the Alps. In Tatra Mountains, the following methods were used: electroresistivity soundings, seismic soundings, measurements of bottom temperature in the winter snow cover (BTS), geomorphological and climatological analyses. Similar investigations started also in the Institute of Geography of Polish Academy of Sciences (Kraków) where recently thermovision camera has been applied in the research. There are attempts to measure the temperature in the permafrost active layer which aim to start monitoring of temperature and join it to the European system in the frame of the international programmes.

The results of the hitherto investigations give new light on the problem of the high-mountain environment in post-glacial period and show, that during all that time there were conditions which favoured the preservations of permafrost in the Tatras. This research can have also practical importance in all enterprises (e.g. cable car modernization) associated with investments in high-mountain environment of the Tatras.

The results of Polish research are presented on Symposiums and Polar Sessions organised by different scientific institutions, Committee of Polar Research of Polish Academy of Sciences and Polar Club of Polish Geographical Society. Bibliography of works on geomorphology, glaciology and Quaternary geology was published in "Spitsbergen Geographical Expeditions" in the volume entitled "Relief. Quaternary Palaeogeography and Changes of the Polar Environment" which was prepared for the occasion of the 4th Meeting of the Association of Polish Geomorphologists which took place in Lublin in 1998.

Activity of Polish researchers on problems of permafrost was also visible during the VII International Conference on Permafrost in Yellowknife, where paper on Tatra permafrost was given. It will be published in Conference Proceedings. Polish researchers co-operated also in the works

on Circum-Arctic Map of Permafrost and Ground-Ice Conditions and Glossary of Permafrost and Related Ground Ice Terms prepared for this conference.

THE CONFERENCE

During the conference nearly 100 technical presentations were made, and over 130 poster presentations were approved for display. The first Plenary session consisted of two papers which specifically addressed some of the permafrost problems identified above. C. R. BURN (Carleton University) presented a paper entitled "Field investigations of permafrost and climate change in northwest North America" and J. F. (DERICK) NIXON (Nixon Geotech Ltd.) presented a paper entitled "Recent applications of geothermal analysis in northern engineering". The second Plenary session consisted of reports by the various Working Groups of the IPA. These included reports by the Global Change and Permafrost Working Group, the Data and Information Working Group, the Mountain Permafrost Working Group, and the Periglacial Processes and Environments Working Group. Over 250 persons attended an illustrated public lecture given by S. A. WOLFE (Geological Survey of Canada) in the Northern Arts and Cultural Centre, and entitled "Living with frozen ground: the impacts of permafrost in Yellowknife".

The technical program, organized by A. G. LEWKOWICZ (University of Ottawa), consisted of 22 oral sessions. Under the general category of permafrost science were sessions entitled: Quaternary evolution of permafrost areas, ground ice, permafrost landscapes and soils, mountain permafrost, rock glaciers, periglacial processes (2), hydrology of permafrost regions, coastal and offshore permafrost and the physics and chemistry of frozen ground. A second category of paper sessions focussed upon the thermal aspects of permafrost and were entitled: active layer thickness and temperature, modeling heat transfer in permafrost, and the influence of climate change and climate upon permafrost. The wide range of permafrost engineering was covered in sessions entitled: frost heave, pipelines and geotechnique, foundations in permafrost, design and construction of roads, airports and waste disposal facilities on permafrost, permafrost engineering: field and laboratory studies, and gas hydrates. Finally, three paper sessions dealt with the impact of new technology. These sessions were entitled: information science and permafrost, use of geophysical techniques in permafrost regions, and use of remote sensing and GIS in permafrost regions.

The IPA Council met formally on two occasions during the conference. Major changes to the Constitution were reviewed and approved and a new, expanded Executive Committee was elected. The new President, to serve a 5 year term, is Professor HUGH M. FRENCH, University of Ottawa, and the two new Vice Presidents are Dr FELIX ARE, St. Petersburg University, Russia, and Dr WILFRIED HAEBERLI, University of Zurich, Switzerland. A new Standing Committee for Data, Information and Communication was created and two resolutions were passed by Council. The first resolution reflected the commitment of the IPA to continue the co-ordination and collection of annual active layer depth, and permafrost temperatures (and related measurements), and their reporting on the IPA Home Page (<http://www.geodata.soton.ac.uk/ipa>) and their subsequent transmission to WDC-A for Glaciology. The second resolution reflected the increase in permafrost studies in Antarctica and the growing involvement of southern hemisphere countries, and the recognition that high-latitude science issues are bi-polar in nature. This resolution indicates that the IPA will encourage the establishment of circum-Antarctic Permafrost Monitoring program which will complement the CALM program already in existence for the northern polar region.

A full report of the Council meetings can be found in *Frozen Ground*, the News Bulletin of the IPA, volume 22 (December 1998).

The social activities which accompanied the conference included an opening reception and ice-breaker, an evening barbeque outside the new Legislative Assembly building, and a formal banquet in the Explorer Hotel. At the banquet, attended by over 190 registrants and guests, an after-dinner speech was given by Professor TROY PÉWÉ, Past-President of the IPA, on his recollections and impressions of the growth of the international permafrost community over the last 50 years. This was followed by a traditional Indian drum band performance.

PUBLICATION

A number of publications related to the conference are now available. The Program, Abstracts and IPA reports are contained in a 327 page volume edited by A. G. LEWKOWICZ and M. ALLARD and which was included in each registration package. A smaller conference Program leaflet was also available for delegates during the conference. The *Proceedings Volume of the Seventh International Conference on Permafrost* is, like all its predecessors, an impressive hard cover volume of 1240 pages containing 188 papers, a subject index and an author index. The high scientific quality of this volume was the result of a rigorous review system co-ordinated by A. G. LEWKOWICZ, Chair of the Technical program, with

the assistance of over 30 Associate Editors, mainly from Canada. The volume is published in the Nordicana series, Université Laval, Quebec. The Editors are A. G. LEWKOWICZ and M. ALLARD.

In addition to these official conference publications, a 209 page volume entitled *Problems of Geocryology* was published in Russia. This volume contains 27 Russian-authored papers not included in the official Proceeding volume. They cover a wide range of permafrost science and engineering topics and all have English language summaries. The volume is edited by R. M. KAMENSKY, V. V. KUNITSKY, B. A. OLOVIN and V. V. SHEPELEV and is published by the Melnikov Permafrost Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, in Yakutsk.

Another substantive publication is a well illustrated 71 page guide to the permafrost and terrain conditions in and around the city of Yellowknife. Edited by S. A. WOLFE of the Geological Survey of Canada, this volume is published by the Geological Survey of Canada in its Miscellaneous Report series.

Three other important publications were made available at the conference. The first of these is the Circum-arctic map of permafrost and ground ice conditions, published at a scale of 1:10 000 000 by the United States Geological Survey in its Circum-Pacific Map series. This map was an international effort which took 5 years to come to fruition. It was co-ordinated by J. BROWN, Secretary General (1993–1998) of the International Permafrost Association, in collaboration with O. J. FERRIANS, JR, United States Geological Survey, J. A. HEGINBOTTOM, Geological Survey of Canada, and E. S. MELNIKOV, Institute for Hydrogeology and Engineering Geology, Russia. A digital version of the map on CD has been prepared by the National Snow and Ice Data center (NSIDC), Boulder, Colorado, in co-operation with the International Permafrost Association. The digital version can be viewed directly on the IPA web site: <<http://www.geodata.soton.ac.uk>>. It is also available for downloading on several other web sites including UNEP/GRID-Arundel, and NSIDC. The second is a CD-ROM, produced by the National Snow and Ice Data Center (NSIDC) in co-operation with the IPA Working Group on Data and Information. It contains the first-ever global compilation of permafrost data sets. This will prove to be of great use to the international science and engineering communities. The CD-ROM is being sent to all registrants at the Yellowknife conference and will be available through NSIDC/WDC CIRES, University of Colorado. The third is a multilingual glossary of permafrost and related ground ice terms prepared by the IPA Working group on Permafrost Terminology under the leadership of R. O. VAN EVERDINGEN. The twelve languages include English, Russian, Chinese and Polish.

Full details of all the conference-related publications are listed in Appendix 1.

FIELD TRIPS AND EXCURSIONS

An important component of the conference was the organization of a number of extended post- and pre-conference field trips to different permafrost regions of Canada, together with a half-day excursion for all participants in the local Yellowknife vicinity (Fig. 1).

The large majority of conference delegates participated in the local City of Yellowknife excursion. One half day during the conference was set aside for this, and parties of 20–30 persons set off at 30 minute intervals



Photo by H. M. French, 24.07.1998

Pl 1. View looking southwest from the Explorer Hotel, Yellowknife, showing peaty, discontinuous permafrost terrain underlain by ice-rich silty clay surrounded by pre-Cambrian bedrock. The central area enclosed by the access roads in the front of the Legislative Building (far right) was largely cleared of trees in the early 1950's in an unsuccessful attempt to create a market garden. The adjacent standing water bodies and ponds indicate degrading permafrost (thermokarst). Also visible are a) thermosyphons used to stabilize the permafrost both in front of the Legislative Building and at the south end of the car part, and b) aggrading permafrost terrain localized beneath a skidoo trail, the result of excessive snow compaction in recent winters, between the main highway and the lower access road (bottom centre)

Fot. 1. Widok SW z okna hotelu Explorer, Yellowknife. Zdjęcie pokazuje krajobraz terenu zbudowanego z prekambryjskich skał przykrytych niewielką warstwą gliniasto-piaszczystych osadów objętych bogatą w lód nieciągłą zmarzliną. Centralne miejsce otoczone drogami dojazdowymi znajduje się naprzeciw budynku parlamentu (daleko z prawej). Zostało ono wylesione w początku lat 50. w celu utworzenia parku. Widoczne niewielkie termokrasowe jeziora to oznaka degradacji permafrostu. Widoczne na zdjęciu ustawione pionowo rury to termosyfony. Ich zadaniem jest stabilizowanie zmarzliny w obrębie budynku parlamentu (jeden zespół) i w obrębie parkingu (drugi). Agradacja zmarzliny widoczna w miejscu dróg wylotowych z miasta. Jest ona efektem kompaktacji śniegu w ostatnich latach pomiędzy drogami

throughout the afternoon. An illustrated guidebook, edited by S. A. WOLFE (1998) and with contributions by S. SMITH, T. E. HOEVE, J. BASTEDO and P. D. KEDIE, provides the background to the tour. Within the City limits, permafrost is discontinuous in extent and marginal in its thermal state (Pl. 1). The guide illustrates the numerous permafrost-related problems which have been encountered in recent years. Thermokarst terrain consequent upon surface disturbance, sunken sidewalks, road maintenance localities, frost-heaved utilities poles, foundation and basement problems, the use of thermosyphons, and the recent localized growth of permafrost along skidoo trails, all testify to the importance of understanding permafrost conditions. Much of the remedial experience relates to the last 5 years in Yellowknife.

A second highlight of the field excursion program were two one-day excursions to the new BHP-operated Ekati Diamond Mine, located north of tree line at Lac de Gras, NWT. Conference participants were transported to the mine site by special charter aircraft. On both occasions the field trip was led by D. HAYLEY, EBA Engineering Ltd. A total of 90 persons visited the site. The mine is due to commence commercial exploitation in September 1998 and consists of a large opencast operation (Pl. 2) exploiting a number of rich diamond-bearing kimberlite pipes. The mine has a projected 20 year life-span. The operation has necessitated the drainage and/or diversion of several tundra lakes and streams, the construction of several containment ponds for tailings, and the installation of a sophisticated housing complex equipped with gymnasium, swimming pool and all-weather corridor links between buildings. Participants were taken on a tour of the site, including a visit to several earth containment dams using frozen ground principles (Pl. 3), the examination of massive ground ice within glaciofluvial sediments (Pl. 4), and a walk over barren land tundra terrain to view frost-heaved bedrock (Pl. 5).

A 10 day, pre-conference field excursion to the Yukon and Mackenzie Delta area, was led by C. R. BURN, Carleton University, and R. A. SMITH. Agriculture and Agriculture and Agri-foods Canada, with assistance in central Yukon from R. TRIMBLE, EBA Engineering Consultants Ltd, and along the Dempster Highway from W. H. POLLARD, McGill University. The twenty six participants were from Switzerland, Germany, the United Kingdom, the United States and Canada. The excursion began in sporadic discontinuous permafrost near Whitehorse, southern Yukon Territory, and travelled through to continuous permafrost in the western Arctic. The excursion visited several sites where long-term studies of permafrost terrain have been completed, particularly in the Takhini River near Whitehorse, in Stewart River valley near Mayo, and in the Mackenzie Delta near Inuvik. Engineering aspects of highway and municipal construction were examined along the Klondike and Dempster Highways, and in Mayo,



Photo by H. M. French, 27.07.1998

Pl. 2. View of the Panda Pit, BHP Ekati Diamond Mine, at Lac de Gras, Northwest Territories ($64^{\circ}30'N$), approximately 300 km north east of Yellowknife. The area is totally within the zone of continuous permafrost. The opencast operation involves the exploitation of ultra-basic kimberlite pipes, the drainage and diversion of several tundra lakes which exist above the pipes, and construction of a number of frozen-core tailing pond dams, an ore-crushing plant, and a power works, 26 km of service roads, undetermined lengths of haul road, and a 2000 m gravel airstrip.

Fot. 2. Widok odkrywki kopalni diamentów Ekati, Lac de Gras, N. W. T. Około 300 kilometrów NE od Yellowknife. Obszar jest całkowicie objęty zmarzliną. Odkrywkowa eksploatacja lei kimberlitowych spowodowała konieczność zdrenowania kilku jezior, leżących powyżej oraz wybudowania szeregu tam z zamrożonym rdzeniem. Wybudowano także zakład przeróbki rudy i elektrownię. Infrastruktura składa się z wygodnych budynków dla 200 robotników, 26 kilometrów dróg serwisowych, nieokreślonej długości dróg transportowych oraz 2000 m szutrowego pasa startowego

Dawson City and Inuvik. Highlights of excursion included examination of the cryostratigraphy of Klondike "muck" deposits at Last Chance Creek, frost blisters at North Fork Pass, and a dinner sponsored by the Royal Canadian Geographical Society, with guests from the community of Mayo. The excursion shared its last full day (June 19) with 19 additional participants, who had arrived in Inuvik for a linked pre-conference excursion in the Mackenzie Delta. Again, C. R. BURN was the leader. The first day, at which both groups participated, was spent in the Inuvik area, with the morning on the ground and then transport by boat in the afternoon into the Mackenzie Delta channels. On June 20 and 21, J. R. MACKAY (University of British Columbia) joined the group and guided participants over

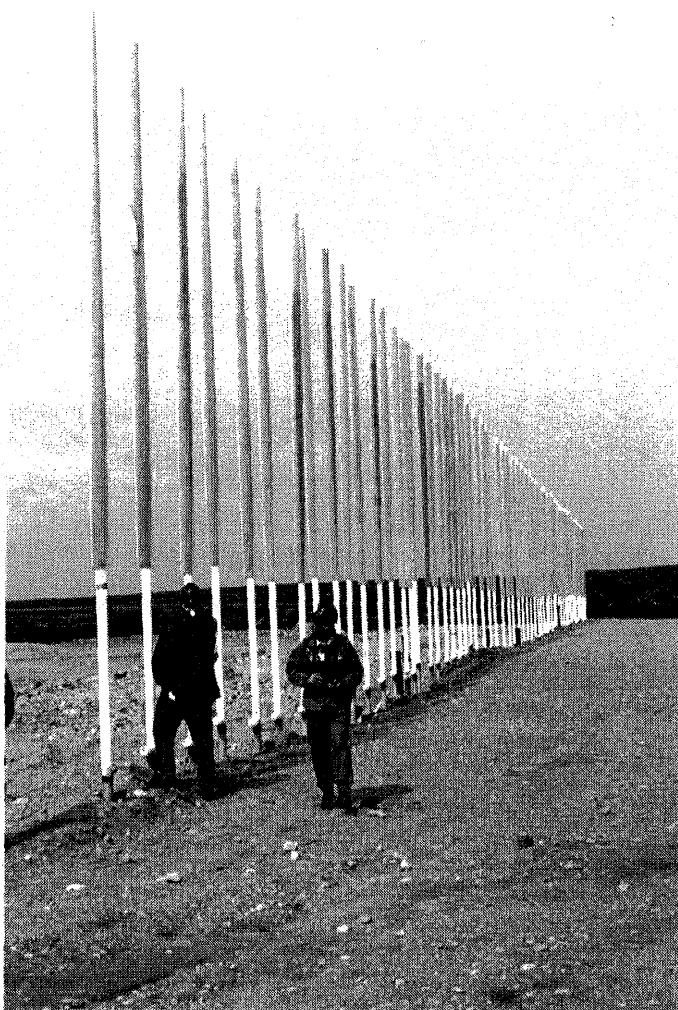


Photo by H. M. French, 27.07.1998

Pl. 3. Thermosyphons are installed on the top of the earthen dam which prevents water from Panda Lake entering the Panda Pit. By permitting the transfer of heat between the atmosphere and the central core of the dam, and thereby maintaining it in a frozen state, the thermosyphons render the rock-rubble dam both impermeable to seepage through the dam and resistant to thaw effects from the unfrozen lake waters on the upstream side. A second frozen-core dam, also equipped with thermosyphons, has been constructed in association with a number of unfrozen tailings pond dykes

Fot. 3. Termosyfony instalowane są na szczycie tamy ziemnej w celu ochrony przed przedostawaniem się wody z jeziora do odkrywki. Poprzez umożliwienie przepływu ciepła między atmosferą a wewnętrznym rdzeniem tamy utrzymywana jest ona stale w stanie przemrożenia. Termosyfony uniemożliwiają w ten sposób tawienie zamrożonego rdzenia tamy na skutek oddziaływania wody z jeziora a tym samym uniemożliwiają przesiąkanie wody w zbudowanej z okruchów skalnych tamie. Druga tama skonstruowana w połączeniu z wieloma niezamrożonymi groblami także wyposażona jest w termosyfony

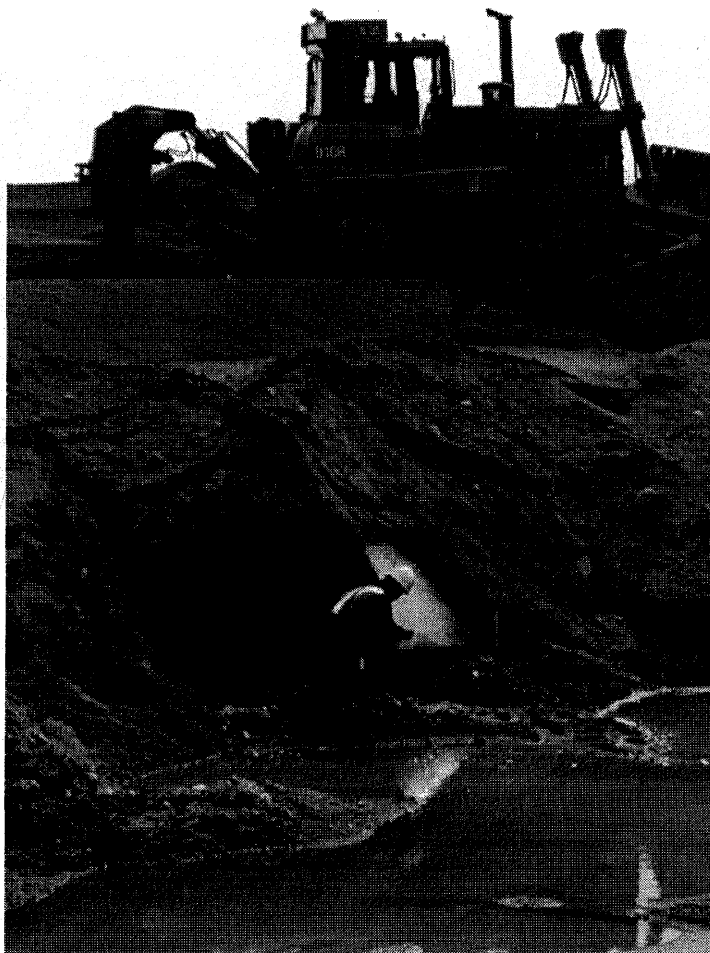


Photo by H. M. French, 27.07.1998

Pl. 4. A conference participant examines massive ground ice exposed in glaciofluvial (esker) deposits near the Old Camp, Ekati Mine site

Fot. 4. Uczestnicy konferencji badają lód masywny w odkrywcze osadów glacyfluwialnych (ozy) w pobliżu Old Camp, kopalnia Ekati

his long-term study sites of ice wedges at Garry island, and of pingos near Tuktoyaktuk. In addition, Geological Survey of Canada personnel (L. DYKE, M. NIXON, S. SOLOMON) illustrated ongoing work at an abandoned well site, and the long-term monitoring of ground ice creep and shore-line erosion. The excursion finished with an examination of the massive ground-ice exposed at Peninsula Point and in the Tuktoyaktuk community ice cellars. Transportation during the two excursions involved coach, boat, helicopter and Twin Otter aircraft.



Photo by H. M. French, 27.07.1998

Pl. 5. Participants walking over frost-heaved and bouldery tundra (ground moraine) in vicinity of the Panda Pit. Crushed rock from the Panda Pit has been used for road construction, and disturbance to the adjacent tundra has been limited due to strict enforcement of land use and environmental regulations

Fot. 5. Uczestnicy konferencji idą poprzez tundrę (morenę denną) z widocznymi formami pęcznienia mrozowego. Rozdrobnione skały z odkrywki zostały użyte m.in. do budowy dróg, a więc szkody w środowisku naturalnym ograniczone są do ściśle określonego obszaru zgodnie z wydanymi pozwoleniami i regulacjami prawnymi

Although no official field guide was produced for these two excursions, participants were provided with a binder of relevant reprints. An earlier guidebook, published by the Alaskan Division of Geology and Geophysical Surveys, Fairbanks, Alaska, in 1983 at the time of the Fourth International Permafrost Conference, covers much of the same material and provides additional background material.

A post conference excursion, led by M. ALLARD, S. PAYETTE and R. FORTIER (Université Laval), took 11 participants to the east coast of Hudson Bay, northern Quebec. The theme of the excursion was permafrost in sub-arctic wetlands. Several palsa bogs were visited and the participants had the opportunity to observe, from Twin Otter aircraft, extensive areas where non-peat-covered permafrost mounds occurred. A variety of periglacial phenomena were also observed such as frost blisters, bedrock-heaved blocks, mudboils, tundra polygons, and palsas in varying stages of growth and decay. Discussion also centered upon the geophysical characteristics of permafrost and the sensitivity of permafrost to climatic

and ecological change. The last day of the excursion was devoted to a symposium at the Whapmagoostui-Kuujuaaraapik field station.



Photo by W. Dobiński, June 1998

Pl. 6. The view on roche moutonnees of Precambrian Canadian Shield, where Yellowknife as built. Small thickness of Quaternary deposits let to build even multi-floor buildings on the area overwhelmed by permafrost. In the background modern centre of Yellowknife is visible

Fot. 6. Widok na zmutonizowane skały prekambryjskiej Tarczy Kanadyjskiej, na których zbudowano Yellowknife. Mała miąższość osadów czwartorzędowych umożliwia wznoszenie budynków wielopiętrowych na obszarze ze zmarzliną. Na drugim planie widoczne nowoczesne centrum Yellowknife

NEXT CONFERENCE

The Eighth International Conference on Permafrost will be held in Switzerland, in 2003, under the sponsorship of the Swiss Academy of Sciences.

APPENDIX 1

- J. BROWN, O. J. FERRIANS, A. J. HEGINBOTTOM and E. S. MELNIKOV (1997). Circum-Arctic map of permafrost and ground-ice conditions. United States Geological Survey Circum-Pacific Map Series, Map CP-45. Scale 1:10,000,000 (To order: USGS Information Services, Box 25286, Denver, CO 80225. Price \$ 4.50 US. Digital version available from NSIDC, CIRES, Campus Box 449, University of Colorado, CO 80309-0449).
- A. G. LEWKOWICZ and M. ALLARD (Eds), 1998. Program, Abstracts and IPA Reports. 7th International Conference on Permafrost, Yellowknife, N. W. T. Canada, 23/27 June 1998. Canadian National Committee for the International Permafrost Association, University Laval Press, Quebec; 327 pp.

- A. G. LEWKOWICZ and M. ALLARD (*Eds*), 1998. Permafrost. Proceedings of the Seventh International Conference on Permafrost, Yellowknife, N.W.T. Canada, June 23–27, 1998.. Nordicana No 57, University Laval Press, 1240 pp. (To order: Centre d'études nordiques, Université Laval, Ste-Foy, Quebec G1K 7P4, Canada; price \$ 140.00 Canadian, \$ 95.00 US).
- R. M. KAMENSKY, V. V. KUNITSKY, B. A. OLIVIN and V. V. SHEPELEV (*Eds*), 1998. Problems of Geocryology. Collected papers. Russian Academy of Sciences, Siberian branch, Melnikov Permafrost Institute, Yakutsk; 209 pp.
- National Snow and Ice Data Center (NSIDC) and IPA Working Group on Data and Information, 1998. Circumpolar Active-Layer Permafrost System (CAPS) Data Set. CD-ROM. (To order: NSIDC/WDC CIRES, Campus Box 449, University of Colorado, Boulder, Co 80309–0449).
- R. O. VAN EVERDINGEN (*Compiler*), 1998. Glossary of permafrost and related ground ice terms. Multilingual glossary (Chinese, English, French, German, Icelandic, Italian, Norwegian, Polish, Romanian, Russian, Swedish and Spanish). Permafrost Terminology Working Group, International Permafrost Association, 278 pp. (To order: Send cheque payable to "IPA Glossary" to: R. O. VAN EVERDINGEN, 2712 Chalice Road N. W., Calgary T2L 1C8, Canada; price \$ 20.00 Canadian).
- S. A. WOLFE (*Editor*). Living with frozen ground. A field guide to permafrost in Yellowknife, Northwest Territories. Geological Survey of Canada, Miscellaneous Report 64, Ottawa; 71 pp. To order: Publications Office, Geological Survey of Canada, 601 Booth Street, Ottawa K1A 0E8, Canada).

POSTĘP W BADANIACH NAD ZMARZLINĄ. RAPORT Z VII MIĘDZYNARODOWEJ KONFERENCJI ZMARZLINOZNAWSTWA YELLOWKNIFE, KANADA

WSTĘP

Siódma Międzynarodowa Konferencja Zmarzlinoznawstwa odbyła się w dniach 23–27 czerwca 1998 w Yellowknife, stolicy Terytorium Północno-zachodniego (N. W. T) w Kanadzie. Yellowknife jest największym miastem w północnej Kanadzie. Żyje w nim nieco ponad 17 000 osób. Miasto położone jest na północnym brzegu Wielkiego Jeziora Niewolniczego na 62°29' szerokości geograficznej północnej w strefie nieciągłej zmarzliny (Fig. 1). Położenie to miało i nadal ma znaczący wpływ na rozwój miasta. Wiele budynków dróg i innej infrastruktury musi być tak projektowane by sprostać tym trudnym wymaganiom. Sytuacja ta jednocześnie pozwoliła uczestnikom konferencji zapoznać się w sposób bezpośredni z wieloma najbardziej interesującymi, a także problematycznymi aspektami występowania wieloletniej zmarzliny. Pomogło w tym także szereg przed- i pokonferencyjnych wycieczek naukowych do innych regionów objętych zmarzliną. Jednodniowa wizyta w kopalni diamentów nad Lac de Gras oraz popołudniowa wycieczka po Yellowknife należały do programu konferencji.

Międzynarodowe konferencje zmarzlinoznawcze organizowane były zwykle co 5 lat i odbyły się w Lafayette (USA) w 1963 r., Jakucku, Syberia, (1973), Edmonton, Kanada (1978), Fairbanks, Alaska (1983), Trondheim, Norwegia (1988) oraz w Pekinie, Chiny (1993). W Yellowknife spotkało się przeszło 275 uczestników (łącznie z osobami towarzyszącymi), reprezentowanych było oficjalnie 25 krajów, przedstawiono ponad 150 prezentacji w postaci referatów i posterów. Dwukrotnie zbierała się Rada Międzynarodowego Stowarzyszenia Zmarzlinoznawczego (IPA). Wybrano nowy zarząd, dokonano także znaczących zmian w Statucie Stowarzyszenia. Konferencja była sponsorowana przez National Research Council of Canada, The Geological Survey of Canada, The Cold Regions Division of the Canadian Geotechnical Society, oraz Aurora Research Institute of the North West Territories. Kanadyjskiemu komitetowi organizacyjnemu przewodniczył DON HAYLEY, EBA Engineering Ltd., któremu asystował także komitet lokalny w Yellowknife.

W ceremonii otwarcia i uroczystym powitaniu delegatów uczestniczyli: p. CHARLES DENT, Minister Edukacji i Turystyki, Rządu North West Territories, p. DAVID LOVELL, Mer miasta Yellowknife, Dr JEAN-SERGE VINCENT z Geological Survey of Canada, w imieniu rządu federalnego Kanady.

BADANIA NAD ZMARZLINĄ W KANADZIE

Znaczenie badań nad wieloletnią zmarzliną w Kanadzie przedstawił podczas ceremonii otwarcia Dr. JEAN-SERGE VINCENT z punktu widzenia własnych doświadczeń jako dyrektora Terrain Sciences Division, Geological Survey of Canada. Badania te znajdują zastosowanie nie tylko w Kanadzie czy na Alasce, lecz także w innych wielkich regionach objętych zmarzliną w północnej Europie, Rosji, północno-wschodnich Chinach, Tybecie, a także w pewnym stopniu w regionach górskich całego świata. Świadczyła o tym także obecność na konferencji przedstawicieli z Argentyny i Republiki Południowej Afryki.

Obecnie określić możemy pięć zasadniczych i niezbędnych kierunków badań nad zmarzliną.

Po pierwsze, istnieje pilna potrzeba systematycznego pozyskiwania podstawowych danych o zmarzlinie, jej dokładnym rozmieszczeniu, miąższości, zawartości lodu gruntowego, reżimie temperatury w gruncie oraz właściwościach technicznych i dynamice zachodzących zmian. Dotyczy to zwłaszcza rejonów, gdzie przedsięwzięte są lub planowane inwestycje ekonomiczne. Na przykład w Kanadzie z wyjątkiem kilku znanych obszarów, stosunkowo niewiele wiadomo o wieloletniej zmarzlinie w osadach powierzchniowych czy w podłożu skalnym rozległych obszarów tarczy kanadyjskiej. Planowana jest budowa nowych dróg, urządzeń portowych, kopalni, rozbudowa osiedli mieszkalnych, lecz czasem brak jest podstawowych danych terenowych dla takich inwestycji.

Po drugie, wzrasta ekologiczne zainteresowanie środowiskiem objętym zmarzliną. Szczególna uwaga zwracana jest na ograniczenia środowiska związane z przemarzniętym gruntem. Składowiska odpadów, budowa osadników, transport ropy naftowej i gazu, odpadki wiertnicze to przedmiot troski od ponad dwudziestu lat w Arktyce kanadyjskiej. Teraz wraz ze wzrostem aktywności gospodarczej i nowymi jej formami zarówno w Ameryce Północnej jak i na Syberii zagrożenia te wzrastają. Na przykład niewiele wiadomo na temat funkcjonowania zbiorników wodnych w obrębie zmarzliny, konieczne jest zwiększenie troski by odpadki z np. nowych kopalń były wykorzystane w sposób właściwy i bezpieczny. Rekultywacja i nadzór nad różnego rodzaju odpadkami pozostawianymi w północnej Kanadzie, na Alasce czy Syberii od 50 lat przez przemysł, wojsko lub w skutek innej działalności może być efektywna jeśli jest oparta na solidnej wiedzy.

Trzeci rodzaj badań związany jest z pozyskiwaniem coraz lepszej informacji dotyczącej zagrożeń wynikających z wpływu wieloletniej zmarzliny na różnego typu infrastrukturę. Stabilność stoku, osiadanie powodowane tajaniem, pęcznienie mrozowe, to obecnie podstawowe kierunki badań zmarzliny. Istnieją także bardzo specyficzne obszary badań jak na przykład erozja brzegów morskich objętych zmarzliną. W Tuktoyaktuk w granicach plejstocenijskiego zasięgu delty rzeki Mackenzie zamarznięte stale wybrzeże taje w niektórych miejscach do 10 m rocznie. Istnieje zatem potrzeba dokładnego poznania procesów geomorfologicznych związanych z występowaniem wieloletniej zmarzliny. Trzeba też dobrze poznać i zrozumieć jak różnorodne warunki środowiskowe i czynniki geotechniczne wpływają na ten mechanizm oraz ich interakcję z geologią, pokrywą roślinną, klimatem i zmarzliną.

Czwarte pole działań dotyczy prac nad rozwojem i testowaniem nowych lub zmodyfikowanych technik geofizycznych, pozwalających coraz taniej i dokładniej określić granicę między zagrzebanym blokiem masywnego lodu, a bogatymi w lód osadami. Pozwoliłoby to zminimalizować ryzyko szkód związanych z wpływem zmarzliny na infrastrukturę w regionach subarktycznych.

Piąty obszar działalności w zmarzlinoznawstwie obejmuje prace nad dobrym zrozumieniem wpływu zmian klimatycznych na wieloletnią zmarzlinę. Dotyczy to zarówno zagadnień związanych bezpośrednio ze środowiskiem, jak też tych wynikających z działalności człowieka. Możliwości modelowania i monitoringu trzeba rozwijać w taki sposób, aby można było uchwycić moment zachodzenia zmiany i zgodnie z nim ustalić scenariusz zmian jakie za sobą pociąga i sposoby jego pomiaru. Wysokie szerokości geograficzne zarówno Ameryki Północnej jak i Eurazji będą w sposób szczególnie odczuwać działanie tych procesów. Na przykład obecne prognozy wskazują na możliwość znacznego ocieplenia w basenie rzeki Mackenzie. Istnieje opinia, że ocieplenie sięgające 2°C w średniej temperaturze lata będzie skutkowało postępującą degradacją zmarzliny i eliminowaniem jej na dużych obszarach. Z czasem konsekwencje tego procesu przeniosą się na ludzkie siedziby w Arktyce tworząc zagrożenia dla infrastruktury, a następnie dla całego środowiska. Uwalnianie do atmosfery gazów powodujących tzw. efekt szklarniowy i akumulowanie ich w wieloletniej zmarzlinie powiększa zakres problemów związanych z globalnym ociepleniem klimatycznym.

POLSKIE BADANIA NAD WIELOLETNIĄ ZMARZLINĄ

Polskie badania wieloletniej zmarzliny i współczesnych procesów peryglacjalnych są od wielu lat prowadzone w Arktyce – Spitsbergen, w Antarktyce – Wyspa Króla Jerzego oraz w Tatrach, gdzie zagadnienie występowania zmarzliny pojawiło się w pracach badawczych z początkiem lat '90. Prace te realizowane są przez różne zespoły w ramach programów polskich ekspedycji polarnych, projektów badawczych finansowanych przez KBN i poszczególne ośrodki naukowe. Należą do nich: Uniwersytet M. Curie-Skłodowskiej (Lublin), Uniwersytet A. Mickiewicza (Poznań), Uniwersytet M. Kopernika (Toruń), Uniwersytet Wrocławski, Uniwersytet Śląski (Sosnowiec), Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk (Kraków), Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk.

Na Spitsbergenie badania te są zlokalizowane w rejonie zachodniego wybrzeża: w Hornsundzie, w oparciu o Polską Stację Polarną PAN i Stację im. S. Baranowskiego Uniwersytetu Wrocławskiego, w Bellsundzie – Calypsobyen Stację UMCS i w rejonie Forlandsundet (Kaffioyra) – Stację Uniwersytetu M. Kopernika w Toruniu. Badania tatrzańskie prowadzone są w piętrze alpejskim Tatr Wysokich po polskiej, jak i po słowackiej stronie tych gór.

Problematyka badań koncentruje się wokół następujących zagadnień:

- termiki, dynamiki i miąższości warstwy czynnej oraz przypowierzchniowej części zmarzliny w różnych geosystemach tundrowych,

- rozwoju procesów morfogenetycznych (wietrzenia, ruchów masowych, pęcznienia i segregacji mrozowej, procesów eolicznych, spłukiwania, denudacji chemicznej i mechanicznej,
- procesów kriochemicznych i ich roli w funkcjonowaniu geosystemów polarnych, hydrologii obszarów zmarzlinowych, lodowców gruzowych,
- czwartorzędowej ewolucji obszarów zmarzlinowych.

Na Wyspie Króla Jerzego prace badawcze są prowadzone w oparciu o Polską Stację im. H. ARCTOWSKIEGO i dotyczą monitoringu czynnej warstwy zmarzliny, współczesnych procesów morfogenetycznych oraz funkcjonowania ekosystemów polarnych.

Badania wieloletniej zmarzliny w Tatrach prowadzone są od początku lat 90. Pierwsze prace zainicjowane w Uniwersytecie Śląskim koncentrowały się na możliwie szerokim udokumentowaniu występowania zmarzliny w alpejskim piętrze Tatr. Prace te prowadzone były głównie z wykorzystaniem metod geofizycznych sprawdzonych przez badaczy szwajcarskich w Alpach. W Tatrach zastosowano sondowania elektrooporowe, sondowania sejsmiczne, pomiary temperatury spodu zimowej pokrywy śnieżnej (BTS), analizę geomorfologiczną i klimatyczną. Podobne prace podjęto również w IGiPZ PAN, (Kraków) gdzie najnowsze badania przeprowadzono z użyciem kamery termowizyjnej. Czynione są pierwsze próby z pomiarem temperatury warstwy czynnej zmarzliny, których celem jest założenie w przyszłości monitoringu temperatury i włączenie go w system prac europejskich w ramach prowadzonych programów międzynarodowych.

Wyniki dotychczasowych prac rzucają nowe światło na problem ewolucji środowiska wysokogórskiego w okresie postglacjalnym ukazując, że w ciągu całego tego okresu istniały warunki pozwalające na utrzymywanie się wieloletniej zmarzliny. Badania te mogą mieć także zastosowania praktyczne we wszelkich pracach związanych z inwestowaniem w tatrzańskim środowisku wysokogórskim (np. planowana przebudowa kolejki linowej na Kasprowy Wierch).

Rezultaty polskich badań są prezentowane na Sympozjach i Sesjach Polarnych organizowanych przez różne ośrodki naukowe, Komitet Badań Polarnych PAN i Klub Polarny Polskiego Towarzystwa Geograficznego. Bibliografia prac z dziedziny geomorfologii, glaciologii i geologii czwartorzędu została opublikowana w wydawnictwie "Spitsbergen Geographical Expedition" w tomie pt. „Relief. Quaternary Palaeogeography and Changes of the Polar Environment” przygotowanym z okazji IV Zjazdu Stowarzyszenia Geomorfologów Polskich, który odbył się w Lublinie w 1998 r.

Aktywność Polaków w badaniach nad zmarzliną widoczna była także podczas Konferencji w Yellowknife. Prezentowany był referat na temat zmarzliny w Tatrach, który opublikowany zostanie także w wydawnictwie Konferencyjnym. Polscy badacze brali udział także w opracowaniu wyda-

nej właśnie z tej okazji Okołoarktycznej Mapy Zmarzliny i Lodu Podziemnego oraz Słownika Permafrostu i Terminów Pokrewnych.

KONFERENCJA

Podczas konferencji wygłoszono blisko 100 referatów, a do zaprezentowania przyjęto 130 posterów. Pierwsza sesja plenarna składała się z dwóch referatów, które uwypuklały niektóre z wyżej wymienionych zagadnień. C. R. BURN (Carleton University, Canada) przedstawił referat zatytułowany „Wieloletnia zmarzlina i zmiany klimatyczne w północno-zachodniej części Ameryki Północnej w świetle badań terenowych”. J. F. (DERICK) NIXON (Nixon Geotech Ltd.) zaprezentował referat pod tytułem „Współczesne zastosowania analizy geotermalnej w pracach inżynierskich rejonów północnych”. Druga sesja plenarna składała się z raportów poszczególnych grup roboczych IPA. Były to raporty grup roboczych do spraw: klimatycznych zmian globalnych, danych i informacji, zmarzliny górskiej, procesów i środowiska peryglacjalnego. Był także wykład otwarty S. A. WOLFE pt. „Życie z wieloletnią zmarzliną: jej wpływ na miasto Yellowknife”.

Program techniczny organizowany przez A. G. LEWKOWICZA składał się z 22 sesji. Na konferencji poświęconej tak szerokiej tematyce z jaką związane jest pojęcie zmarzlinoznawstwa były sesje zatytułowane: „Czwartorzędowa ewolucja zmarzliny”, „Łódź gruntowy”, „Gleby i krajobrazy zmarzlinowe”, Zmarzlina „górska”, „Lodowce gruzowe”, „Procesy peryglacjalne” (dwie sesje), „Hydrologia regionów zmarzlinowych”, „Zmarzlina wybrzeży i podmorska”, oraz „Fizyka i chemia zamrożonego gruntu”. Druga kategoria obejmowała prezentacje, które koncentrowały się na termicznych aspektach permafrostu. Sesje te to: „Miąższość i temperatura „warstwy czynnej” zmarzliny”, „Fundamenty w obszarach objętych zmarzliną”, „Rurociągi i geotechnika”, „Projektowanie i konstruowanie dróg, lotnisk, składowisk i sieci uzbrojenia terenu”, „Modelowanie przepływu ciepła w zmarzlinie”, „Studia inżynierskie: prace terenowe i laboratoryjne”, „Pęcznienie mrozo-we”, „Hydraty gazowe w zmarzlinie”. Ostatnie trzy sesje referatowe poświęcone były nowym technologiom używanym w pracach nad wieloletnią zmarzliną. Były to: „Informatyka i permafrost”, „Techniki geofizyczne w terenach objętych zmarzliną”, „Zastosowanie teledetekcji i systemów informacji geograficznej (GIS) w regionach zmarzlinowych”.

Na sesji poświęconej zmarzlinie górskiej zaprezentowano jedyny polski referat pt. „Występowanie zmarzliny w alpejskim piętrze Tatr Wysokich”.

Rada IPA spotykała się formalnie dwa razy podczas konferencji. Przewidywano i zatwierdzono znaczące zmiany w statucie stowarzyszenia, wybrano nowy rozszerzony Komitet Wykonawczy. Nowym prezydentem na pięcioletnią kadencję został wybrany profesor HUGH M. FRENCH (Uniwersytet Ottawy), wybrano także dwóch wiceprezydentów. Zostali nimi: dr

FELIKS ARE (Uniwersytet St. Petersburg), i dr WILFRIED HAEBERLI (Uniwersytet Zurychu). Powołano nowy Stały Komitet Informacji Komunikowania i Danych, podjęto dwie rezolucje. Pierwsza z nich zobowiązuje IPA do kontynuowania prac w koordynowaniu i zbieraniu danych o miąższości warstwy czynnej i temperatury zmarzliny, oraz sprawozdania tych prac w internecie (<http://www.geodata.soton.ac.uk/ipa>), a następnie transmitowanie ich do centrum danych WDC-A for Glaciology. Druga rezolucja odzwierciedla rozwój badań nad wieloletnią zmarzliną na Antarktydzie oraz znaczny wzrost wpływów krajów południowej półkuli. Dostrzega ona zatem, że nauka związana z wysokimi szerokościami geograficznymi jest w swej naturze dwubiegunowa. Rezolucja ta wskazuje, że IPA zainicjuje stworzenie około-antarktycznego monitoringu zmarzliny, który będzie komplementarny względem istniejącego monitoringu permafrostu półkuli północnej (CALM).

Pełny raport ze spotkań Rady IPA mogą Państwo znaleźć w 22 numerze Biuletynu IPA "Frozen Ground".

Konferencji towarzyszyły ponadto spotkania towarzyskie, do których zaliczyć należy otwierający konferencję "icebreaker", wieczorne barbeque w okolicy budynku parlamentu Terytorium Północno-zachodniego, i uroczysty bankiet w hotelu Explorer – głównym miejscu obrad Konferencji. Podczas bankietu wystąpił profesor TROY PÉWÉ, były prezydent IPA, z impresją na temat historii badań permafrostu. Spotkaniu towarzyszył tradycyjny zespół indiański.

PUBLIKACJE

Dostępnych jest wiele publikacji, które przygotowano specjalnie na tę konferencję. „Zeszyt abstraktów i raportów IPA”, przygotowany dla wszystkich uczestników zawiera 327 stron. Edytorami jego są A. LEWKOWICZ i M. ALLARD. Delegaci mieli do dyspozycji także obszerny program konferencji. Natomiast Proceedings konferencyjne zawiera blisko 1240 stron i 188 referatów i indeksów, oprawionych w twardą okładkę. Wysoka jakość naukowa tomu jest wynikiem rygorystycznego systemu recenzyjnego koordynowanego przez A. G. LEWKOWICZA, oraz przeszło 30 redaktorów. Tom jest opublikowany w ramach serii Nordicana Uniwersytetu Laval, Quebec.

Jako dodatek do tych oficjalnych publikacji konferencyjnych strona rosyjska opublikowała 209 stronicowy tom „Problemy Geokriologii”. Znajduje się tam 27 artykułów badaczy rosyjskich nie zawartych w wydawnictwach oficjalnych. Poruszają one szeroki zakres naukowych i praktycznych problemów z zakresu badań zmarzlinowych, i zaopatrzone są w angielskie streszczenia. Redaktorami tomu są: R. M. KAMENSKI, V. V. KUNICKI, B. A. OLOVIN, i V. V. SHEPELEV. Opublikował go Instytut Zmarzlinoznawstwa im. Mielnikowa, Syberyjskiego oddziału Rosyjskiej Akademii Nauk w Jakucku. Jeszcze jedną istotną publikacją jest dobrze ilustrowany

71 stronicowy przewodnik po terenie zmarzlinowym w Yellowknife zredagowany przez Dr. S. A. WOLFE z Geological Survey of Canada.

Na tę Konferencję zostały przygotowane także trzy inne ważne publikacje. Pierwsza z nich to okołoarktyczna mapa zmarzliny i lodu gruntowego w skali 1:10 000 000 wydana przez U. S. Geological Survey. Mapa ta opracowana została międzynarodowym wysiłkiem w ciągu ostatnich 5 lat. Praca ta była koordynowana przez J. BROWNA, sekretarza generalnego IPA w latach 1993–1998. Cyfrowa wersja mapy wydana na CD została opracowana przez Narodowe Centrum Danych Śniegu i Lodu (NSIDC) w Boulder, Kolorado, przy współpracy z IPA. Mapa ta udostępniona jest także w internecie na stronie domowej IPA (<http://www.geodata.soton.ac.uk>). Jest także osiągalna poprzez kilka innych serwerów w tym UNEP/GRID-Arendal oraz NSIDC. Druga publikacja to CD-ROM wyprodukowany przez NSIDC we współpracy z Grupą Roboczą IPA ds. Danych i Informacji. Jest to pierwsze w świecie zestawienie dostępnych danych na temat zmarzliny i może się ono stać znakomitym źródłem informacji dla całego środowiska badaczy i inżynierów pracujących w rejonach objętych permafrostem. Ten CD-ROM został wysłany do wszystkich uczestników konferencji w Yellowknife i nadal jest osiągalny poprzez NSIDC/WDC CIRES, Uniwersytetu Kolorado. Trzecia publikacja to wielojęzyczny Słownik Permafrostu i Terminów Pokrewnych opracowany przez Grupę Roboczą IPA ds. Terminologii Zmarzlinowej pod przewodnictwem R. O. VAN EVERDINGEN'a. Słownik zawiera około 600 terminów w 12 językach w tym także po polsku.

Szczegóły o wszystkich wydawnictwach związanych z konferencją w Yellowknife znajdują się w załączniku (appendix I).

TERENOWE WYCIECZKI KONFERENCYJNE

Ważnym składnikiem konferencji były przygotowane przez organizatorów przed- i pokonferencyjne wycieczki do wielu, nieraz bardzo odległych miejsc, a także popołudniowa wycieczka wszystkich uczestników po Yellowknife (Fig. 1)

Zwiedzanie Yellowknife odbywało się w 20–30 osobowych grupach mających do dyspozycji autobus, przewodników oraz ilustrowany przewodnik. W granicach miasta występuje zmarzlina nieciągła. Przewodnik przedstawia wiele sytuacji i problemów z którymi miasto położone na zmarzlinie spotkało się w ciągu ostatnich lat. Procesy termokrasowe powodują powstawanie zaburzeń na powierzchni terenu, osiadanie chodników, problemy z utrzymaniem dróg. Pęcznienie mrozowe uszkadza sieci techniczne prowadzone w mieście po słupach, powoduje problemy z fundamentami i piwnicami domów. Instalowanie termosyfonów, oraz wszelkie inne przeciwdziałanie tym problemom związane jest z dobrym zrozumieniem

zmarzliny i procesów jakie jej towarzyszą, a wiele doświadczenia jakie zebrano na ten temat w Yellowknife związane jest z okresem ostatnich pięciu lat.

Drugą wycieczką, w której uczestniczyła znaczna liczba delegatów, była wycieczka do nowo otwartej kopalni diamentów Ekati, zlokalizowanej nad Lac de Gras, na północ od granicy lasu. Uczestnicy byli przetransportowani tam specjalnym samolotem. Wycieczkę prowadził DON HAYLEY. Kopalnia jest dużą odkrywką, a przemysłowe wydobycie z kilku lejów kimberlitowych rozpocznie się z końcem września 1998. Eksploatacja ich ma trwać około 20 lat. Utworzenie kopalni wiązało się z osuszeniem lub odwróceniem przepływu kilku jezior i strumieni, przygotowaniem miejsc na odpadki a także z budową wygodnego kompleksu mieszkaniowego wraz ze szkołą, i łączącymi poszczególne budynki korytarzami wytrzymałymi na każdy rodzaj pogody. Uczestnicy wycieczki mogli zapoznać się także z zasadami prowadzenia robót ziemnych z wykorzystaniem wiedzy o zmarzlinie.

Dla uczestników z nieco zasobniejszych krajów organizatorzy przygotowali 10 dniową wycieczkę obejmującą Yukon i deltę rzeki Mackenzie. Wycieczka zaczynała się w obszarze występowania zmarzliny sporadycznej w pobliżu miejscowości Whitehorse w południowym Yukonie i prowadziła w obszary ciągłej zmarzliny w zachodniej Arktyce. Uczestnicy wizytowali około 7 miejsc, gdzie prowadzone były lub są nadal długoterminowe obserwacje i studia terenowe poświęcone zmarzlinie. Do szczególnie interesujących punktów programu należało: zwiedzanie miejsc badań terenowych w dolinach rzek Takhini, (Whitehorse) Stewart (miejscowość Mayo) i delcie Mackenzie (Inuvik), poznawanie inżynierskich aspektów budowy autostrady alaskańskiej, i budownictwa w tych miastach. Poza tymi atrakcjami wielu z uczestników miało okazję zapoznać się po raz pierwszy osobiście z najbardziej charakterystycznymi formami rzeźby obszarów zmarzlinowych.

Druga kilkudniowa wycieczka prowadziła w okolice Zatoki Hudsona, Quebec. Tematem jej była głównie geomorfologia obszarów podmokłych tego rejonu. Podczas niej dyskutowano także o metodach badań i genezie oglądanych form oraz o klimatycznych i ekologicznych zmianach w tym środowisku, które miały miejsce w ciągu ostatnich lat.

NASTĘPNA KONFERENCJA

Ósma Międzynarodowa Konferencja Zmarzlinowa odbędzie się w Szwajcarii w roku 2003, a jej głównym fundatorem będzie Szwajcarska Akademia Nauk.