



Akademie věd České republiky  
Academy of Sciences of the Czech Republic



Ústav geoniky AV ČR, v.v.i.  
Institute of Geonics AS CR, v.v.i.

Ostrava 2012

ISBN 978-80-86407-17-3

Ostrava 2012

# Ústav geoniky AV ČR, v.v.i.

## Institute of Geonics AS CR, v.v.i.

Ústav geoniky AV ČR, v.v.i. (ÚGN) je ústavem Akademie věd České republiky patřícím do sekce Věd o Zemi. Ústav má sídlo v Ostravě a pobočku v Brně. Od 1. ledna 2007 má ÚGN, tak jako všechny akademické ústavy, právní formu veřejné výzkumné instituce (v.v.i.) podle zákona 341/2005 Sb.

### Poslání ústavu

Předmětem činnosti ÚGN je vědecký výzkum motivovaný mnohostranným využitím zemské kůry, tedy výzkum geomateriálů, procesů probíhajících v zemské kůře, zvláště procesů indukovaných lidskou činností a jejich účinků na životní prostředí. V rámci výzkumu jsou rozvíjeny podpůrné disciplíny, zejména aplikovaná matematika a fyzika, chemie, environmentální a sociální geografie. Svou činností ÚGN přispívá ke zvyšování úrovně poznání a vzdělanosti a k využití výsledků vědeckého výzkumu v praxi. Získává, zpracovává a rozšiřuje vědecké informace, vydává vědecké publikace (monografie, časopisy, sborníky apod.), poskytuje vědecké posudky, stanoviska a doporučení a provádí konzultační a poradenskou činnost. Ve spolupráci s vysokými školami uskutečňuje doktorské studijní programy a vychovává vědecké pracovníky. V rámci předmětu své činnosti rozvíjí mezinárodní spolupráci, včetně organizování společného výzkumu se zahraničními partnery. Zajišťuje přijímání a vysílání stážistů, výměny vědeckých poznatků a přípravy společných publikací. Pořádá vědecká setkání, konference a semináře, včetně mezinárodních, a zajišťuje infrastrukturu pro výzkum. Úkoly realizuje samostatně, i ve spolupráci s vysokými školami a dalšími vědeckými a odbornými institucemi.

### Stručná historie

Ústav geoniky AV ČR si v tomto roce připomíná 30. výročí svého založení, které je datováno k 1. červenci 1982, data zřízení Hornického ústavu ČSAV (HOÚ) v Ostravě. Této události předcházely čtyři roky budování pracoviště, jako ostravské pobočky pražských ústavů, nejdříve Hornického ústavu ČSAV v Praze a následně Ústavu geologie a geotechniky ČSAV v Praze.

Původní HOÚ byl členěn na tři oddělení: hornickou geomechaniku, hornickou aerologii a hornickou geofyziku a speciální metody měření. Z osob, které se zásadním způsobem zasloužili o vznik ústavu, lze jmenovat především prof. Ing. Lubomíra Šišku, DrSc., který byl také prvním ředitelem ústavu, a doc. Ing. Petra Konečného, CSc., který byl nejprve zástupcem ředitele, od roku 1989 do roku 1998 pak ředitelem ústavu.

The Institute of Geonics AS CR, v.v.i. (IGN) is one of the research institutes of the Academy of Sciences of the Czech Republic, which belongs to the section of Earth Sciences. The main site of the institute is in Ostrava, with a branch is situated in Brno. Since January 1, 2007 the institute, like all other academy institutes, obtained the legal status of public research institution (the Czech abbreviation is v.v.i., the same abbreviation is used in the official English name of the institute).

### Mission of the institute

The activity of IGN is the scientific research motivated by the versatile utilization of the earth's crust, i.e. research on geomaterials, processes inside the earth's crust, especially processes induced by human activity, and their impact on the environment. Within this research scope, supportive disciplines are developed, such as, in particular, applied mathematics and physics, chemistry, environmental and social geography. IGN contributes to increasing the level of knowledge and education and to the exploitation of the scientific results in practice. It acquires, processes and disseminates scientific information, issues scientific publications (monographs, journals, proceedings, etc.), provides scientific reviews, professional recommendations, consulting and advisory services. In cooperation with universities, IGN contributes to doctoral programmes and provides training for young scientists. Within the scope of its activity, IGN promotes international cooperation, including the organisation of joint research projects. It ensures participation in exchange programmes for scientists and the exchange of scientific information. IGN organizes scientific meetings, conferences and seminars at the national and international levels and provides the infrastructure for research. It pursues its aims both independently and in cooperation with universities and other research and professional institutions.

### Brief history

This year, the Institute of Geonics commemorates its 30th anniversary, having been founded on July 1, 1982, when the individual Mining Institute (MI) of the Czechoslovak Academy of Sciences (CSAS) in Ostrava was established. This official establishment was preceded by four years of institutional development, as an Ostrava branch primarily of Mining Institute CSAS in Prague and subsequently the Institute of Geology and Geotechnics CSAS in Prague.



Doc. Ing. Petr Konečný, CSc. (ředitel ústavu 1989 -1998) a vedoucí tří oddělení HOÚ ČSAV (Z. Rakowski, A. Taufer, M. Knejzlík) - 25 let ústavu / Assoc. Prof. Ing. Petr Konečný, CSc. (director 1989 -1998) and heads of three departments of the Mining Inst. CSAS (Z. Rakowski, A. Taufer, M. Knejzlík) - 25 years of the institute

Vědecká činnost HOÚ byla v počátečním období směřována na oblast hlubinného dobývání surovin, přičemž se vědecký výzkum soustřeďoval na fyzikální podstatu dějů probíhajících v horninovém masivu při dobývání uhlí a dalších nerostných surovin. Vzhledem k těžbě v relativně velkých hloubkách, šlo především o problematiku koncentrace napětí s vazbou na nebezpečné důlní otřesy a o otázky větrání a kontroly teploty v dolech. Pojetí výzkumu bylo multidisciplinární, takže na ústavu byly kromě geotechnických oborů pěstovány i přírodovědné obory a na ústav byli přijímáni nejen pracovníci se vzděláním v geotechnice, ale i matematici, fyzici, chemici, apod.

V roce 1990 byla v nových podmínkách zahájena systematická transformace celé Akademie věd i jejich pracovišť. V té době byla vytvořena nová koncepce ústavu, jejíž základní myšlenka spočívala v podstatném, ale přirozeném rozšíření zaměření výzkumné činnosti. To znamená, že zaměření ústavu bylo orientováno nejen na dobývání surovin, ale i na mnoho dalších možností využití zemské kůry, tedy oblasti podzemního stavitelství, podzemního ukládání odpadních materiálů, nových geotechnologií souvisejících s ukládáním energie apod. K tomu byl přiřazen i výzkum geoenvironmentálních dopadů lidské činnosti. V průběhu transformace byla také k ústavu přiřazena pobočka v Brně se zaměřením na environmentální geografii. Transformace ústavu byla zdůrazněna novým názvem a od 1. dubna 1993 byl Hornický ústav přejmenován na Ústav geoniky AV ČR.

### Současné vědecké zaměření

Zaměření výzkumu Ústavu geoniky AV ČR bylo v letech 2006-2011 dáno výzkumným záměrem ústavu s názvem Fyzikální a environmentální projevy v litosféře indukované antropogenní činností. Na období 2012-2017 je pak vypracován nový koncepční záměr. Hlavní vědecké úkoly se týkají následujících oblastí:

x výzkum materiálů zemské kůry (složení, vlast-

The original institute was divided into three scientific departments: Mining Geomechanics, Mining Aerology and Mining Geophysics and Special Measurement Methods. Let us name at least two persons, Professor Ing. Lubomír Šiška, DrSc. and Associated Professor Ing. Petr Konečný, CSc., as persons, who principally contributed to the development and foundation of the institute. The former was also the first director of the institute, the latter was the second director from 1989-1998.

The scientific activity of the institute was in the initial period oriented to the field of raw material mining with focus on physical principles of processes occurring in the rock mass during the mining of coal or other raw materials. With respect to mining at relatively great depths, the research mainly concerns stress concentrations with a link to dangerous rockbursts and problems of mine ventilation and temperature control. The research conception was multidisciplinary, so that the Institute pursued activities in not only geotechnical disciplines but also in natural sciences.

In 1990, under new conditions, a systematic transformation of the entire Academy Sciences and its research institutes was initiated. At that time, a new research conception of the institute was created, with the basic idea of a substantial, but natural extension of the research activities. As such, the research was oriented not only to the mining of raw materials, but also to many other possibilities of earth crust utilization, i.e. underground constructions, the underground deposit of waste materials, new geotechnologies for energy storage, etc. Moreover, the field of geoenvironmental consequences of human activities was included into this new research scope. As a result of the entire Academy transformation, the institute gained a branch in Brno with researchers oriented to environmental geography. The transformation of the institute was completed with a new name and since April 1, 1993, the institute has been called the Institute of Geonics AS CR.

### The present scientific orientation

The research orientation of the Institute of Geonics AS CR was in the years 2006-2011 directed by its research plan entitled The physical and environmental consequences of human activity in the lithosphere. A new strategic research plan is now prepared for the period of 2012-2017. The main scientific aims include:

- x the study of geomaterials (composition, properties) and their interaction with the environment, the reaction of rocks under physical and chemical influences, the investigation of thermo-hydro-mechanical properties with mutual interactions,
- x the study of processes in the rock mass induced by human activities (e.g. the stability of mine and underground constructions, underground deposit of nuclear waste, CO<sub>2</sub> sequestration,



- nosti) a jejich interakce s prostředím, reakce horniny při působení fyzikálních a fyzikálně chemických procesů, výzkum termo-hydro-mechanických vlastností se vzájemnými vazbami
- x výzkum procesů způsobených lidskou činností v horninovém masivu (např. stabilita důlních a podzemních děl, zpevňování částí masivu, vytváření podzemních zásobníků, podzemní ukládání jaderných odpadů, sequestrace CO<sub>2</sub>, šíření a izolace kontaminantů apod.)
  - x analýza napěťových a deformačních polí v oblastech vzájemného působení přírodních a antropogenních vlivů a způsoby jeho ovlivňování,
  - x studium a observatorní sledování vybraných fyzikálních polí v horninovém masivu,
  - x efektivní metody numerického modelování s využitím náročných paralelních výpočtů a s aplikací na matematické modelování procesů v horninovém masivu,
  - x neklasické metody rozpojování materiálů a úpravy povrchů abrazivním a pulsuujícím vysokotlakým vodním paprskem,
  - x geografický výzkum životního prostředí se zaměřením na životní prostředí a krajinu, geografické aspekty krajiny ovlivněné výrobou energie včetně využívání obnovitelných zdrojů, brownfields, apod.

Na ústavu se počítá s uskutečňováním základního i aplikovaného výzkumu motivovaného především geoinženýrskými aplikacemi, které se v poslední době významně rozvíjejí vzhledem ke globálním společenským potřebám. Tyto aplikace jsou významné i pro průmysl a státní instituce (např. Český báňský úřad a Správa úložišť radioaktivních odpadů, instituce s náplní ochrany životního prostředí).

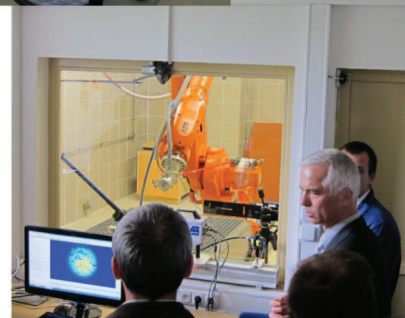
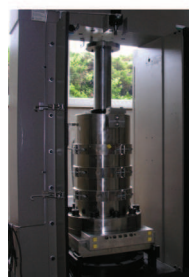
Při uskutečňování výzkumu se počítá s mezinárodní spoluprací. Jako existující příklady uvedme zapojení v projektu Decovalex (výzkum související s podzemním ukládáním jaderných odpadů a spolehlivým modelováním souvisejících procesů), RatioCoal (efektivní využití uhlí), TIMBRE (problematika brownfields). Připomeňme také patentové výsledky a licenci pro využívání pulzního vysokotlakého vodního paprsku.

Mezinárodní spolupráci podporuje také řada dvojstranných dohod s institucemi v zahraničí i nové projekty pro zapojení zahraničních vědců v ČR s financováním z Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost. Ústav je zapojen ve dvou projektech tohoto typu ENGELA (orientovaný na geografický výzkum) a SPOMECH (orientovaný na mechaniku hornin a matematické modelování).

Velkou příležitostí do budoucna je zapojení do rozsáhlých projektů Operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace, jmenovitě projektů Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin a Centra excellence IT4Innovations. Tyto projekty přináší nové unikátní přístrojové vybavení - jmenujme vybavení nové laboratoře tomografie geomateriálů; nový hydraulický lis s vybavením pro testování mechanických, tepelných a hydraulických

- transport and the isolation of contaminants, etc.),
- x the analysis of the stress and strain fields in regions of the mutual influence of natural and human-induced factors and methods of stress control,
  - x the study and monitoring of selected physical fields in the rock mass,
  - x efficient methods of numerical modelling with the exploitation of parallel computing and the application of these methods to the mathematical modelling of processes in the rock mass,
  - x non-classical ways of material disintegration and surface treatment by the application of the abrasive and pulse high pressure water jets,
  - x geographical research of the environment with a special focus on the environment and landscape, aspects of the energy landscape and the utilization of renewable energy resources, brownfields, etc.

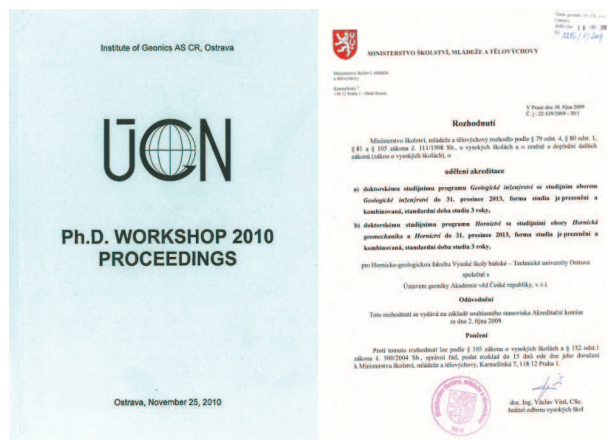
The institute envisages the implementation of both basic and applied research motivated primarily by geoenvironmental applications that have recently developed significantly due to global societal needs. These applications are important also for industry and state institutions (e.g. the Czech Mining Authority and the Radioactive Waste Repository Authority, also for institutions dealing with environmental protection).



Nové přístrojové vybavení z projektu ICT (tomografie, termální analýza, lis a triaxiální buňka MTS, laboratoř vysokotlakého vodního paprsku / New instrumentation from the project ICT (tomography, thermal analysis, MTS press and triaxial cell, high pressure water-jet laboratory)

International cooperation is considered to be an important factor in carrying out the research. Examples of such cooperation include involvement in the project Decovalex (research related to the under-

vlastností hornin; vybavení pro testování parametrů a využití vysokotlakého vodního paprsku; přístup k superpočítačové technice pro náročné numerické simulace. Další významnou stránkou těchto projektů je však návazný rozvoj spolupráce, včetně spolupráce mezinárodní.



Sborník pravidelného Ph.D. workshopu a rozhodnutí o udělení společné akreditace / Proceedings of the regular Ph.D. workshop and decision to grant a joint accreditation

## Edukační aktivity

S výzkumnou prací úzce souvisí vyhledávání a školení nových zájemců vědeckou prací. Mnozí vědečtí pracovníci ústavu přednášejí na vysokých školách a působí jako školitelé v doktorských studijních programech. V uplynulých letech je s ústavem pravidelně svázáno 30-40 doktorandů, kteří jsou buď ústavem zaměstnáni nebo školeni pracovníky ústavu.

Ústav se také podílí na akreditaci několika doktorských programů, a to ve spolupráci s VŠB-Technickou univerzitou Ostrava a Ostravskou univerzitou. Jde o programy:

- x VŠB-TU Ostrava, fakulta hornicko-geologická: obor Hornictví a hornická geomechanika,
- x VŠB-TU Ostrava, fakulta stavební: obor Geotechnika,
- x VŠB-TU Ostrava, fakulta elektrotechniky a informatiky: obor Informatika a aplikovaná matematika.
- x Ostravská univerzita, fakulta přírodovědecká: obor Aplikovaná matematika.

Existuje, a je pravidelně využívána, také smlouva o výměnných semestrálních výzkumných a studijních pobytech postgraduálních studentů s Univerzitou v Kumamoto.

Pracovníci ústavu jsou členy Vědeckých rad VŠB-TUO a fakult HGF, FAST, FEI, Vědecké rady Ostravské univerzity a Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity a řady oborových rad doktorského studia.

K výchově vědeckých pracovníků patří také další akce pořádané ústavem, např. pravidelný Workshop doktorandů a pravidelně organizovaná Zimní škola

ground storage of nuclear waste and the reliable modelling of related processes), RatioCoal (efficient coal utilization), and Timbre (brownfields). Let us also mention patents and licensing related to the use of pulsating high-pressure water jet.

International cooperation is also supported by a number of bilateral agreements with foreign institutions as well as new projects supporting the involvement of foreign scientists in the CR with the funding from the Operational Programme Education for Competitiveness. The institute is involved in two projects of this type ENGELA (geographical research) and SPOMECH (oriented in rock mechanics and mathematical modelling).

A great opportunity for future is involvement in large projects of the Operational Programme Research and Development for Innovation, namely the projects Institute of Clean Technology of Mining and Use of Energy Resources and the Centre of Excellence IT4Innovations. These projects bring new and unique instrumentation - including but not limited to equipment for a new laboratory of tomography of geomaterials; a new hydraulic press with facilities for testing the mechanical, thermal and hydraulic properties of rocks; equipment for testing the parameters and applications of high pressure water jet, access to supercomputing technology for demanding numerical simulations. Another important aspect of these projects is the promotion of further cooperation, including that from abroad.

## Educational activities

The research work is closely related to recruiting and training new scientific work candidates. Therefore, many scientists from the institute read lectures and act as supervisors in doctoral degree programmes. In recent years, about 30-40 doctoral students are regularly tied with the institute, which means that they are either working here or they are supervised by scientific workers of the institute.

The institute also takes part, jointly with the VSB-Technical University of Ostrava and the University of Ostrava, in the accreditation of the following several doctoral study programmes:

- x the programme Mining and mining geomechanics at Faculty of Mining and Geology, VŠB-TU Ostrava
- x the programme Geotechnics at Faculty of Civil Engineering, VŠB-TU Ostrava
- x the programme Computer science and applied mathematics at Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, VŠB-TU Ostrava
- x the programme Applied mathematics. at Faculty of Sciences, University of Ostrava

There exists the agreement on exchange long-term research and training visits of graduate students with the University of Kumamoto.

numerické matematiky (SNA). Jednou z mimořádných akcí byl mezinárodní Rock Stress Course s přednášejícími z Německa a Japonska.

Ústav se také snaží informovat veřejnost, popularizovat vědu a získávat mladou generaci pro studium a vědeckou práci v technických a přírodovědných oborech svého zaměření. Pravidelně organizuje Dny otevřených dveří a přednášky pro veřejnost v rámci Týdne vědy a techniky.

### Ediční činnost

Ústav geoniky AV ČR vydává ediční řady Documenta Geonica a Studia geographica, které jsou zaměřeny na publikování konferenčních sborníků, monografických a disertačních prací apod.



Oddělení environmentální geografie vydává od roku 1993 recenzovaný časopis Moravian Geographical Reports (ISSN 1210-8812). V současné době vycházejí ročně čtyři barevná čísla formátu A4, každé o rozsahu cca 60 stran. Časopis má mezinárodní redakční radu vedenou prof. Brynem Greer-Woottem z Kanady a je zařazen do mezinárodní citační databáze Scopus ([www.scopus.com](http://www.scopus.com)). Tématicky se časopis věnuje původním geografickým, geovědním a geoekologickým tématům.

Ústav vydává i další práce monografického nebo sborníkového charakteru, výzkumné zprávy apod. Pracovníci ústavu jsou rovněž členy více než dvaceti redakčních rad odborných a vědeckých časopisů.

The institute is represented in the Scientific Boards of VŠB-TUO and its faculties FMG, FCE, FEECS, the Scientific board of the University of Ostrava, the Faculty of Science at Masaryk University of Brno and in a series of study branch boards for doctoral study programmes.

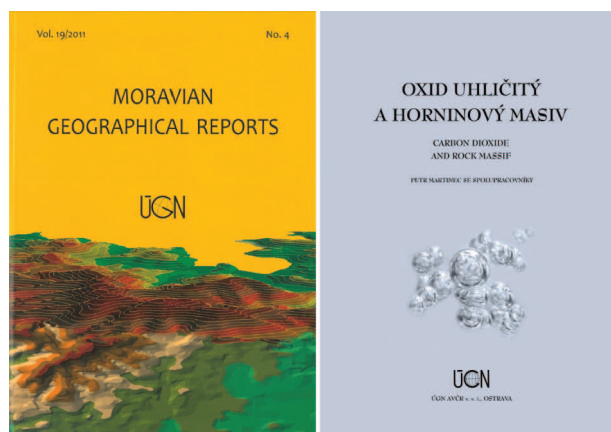
The education is complemented by further activities. Let us mention the annual Workshop for PhD students or Winter School of Numerical Analysis (SNA). As one of the extraordinary activities, the international Rock Stress Course with lecturers from Germany and Japan must be mentioned.

The institute also tries to inform the public, popularize science and motivate the younger generation for study and scientific work in the branches of engineering and natural science. It especially organizes annual Open Door Days and public lectures within the Week of Science and Technology.

### Editorial activities

The Institute of Geonics AS CR publishes two series Documenta Geonica, and Studia Geographica which are devoted to publishing conference proceedings, monographs, theses etc.

The department of Environmental Geography has published the reviewed journal Moravian Geographical Reports (ISSN 1210-8812) since 1993. At present, there are four coloured journal issues per year, each of about sixty A4 pages. The journal is lead by an international editorial board with Prof. Bryn Greer-Wootten from Canada as general editor and is indexed in the international database Scopus ([www.scopus.com](http://www.scopus.com)). The journal is oriented to original papers from geography, geosciences and the field of the geoenvironment.



The institute also published other prints, monographs, proceedings, research reports etc. and scientists from the institute work in more than twenty editorial boards in professional and scientific journals.



## Vedení ústavu

### Institution management

#### Ředitel / Director

x prof. RNDr. Radim Blaheta, CSc.

#### Zástupce ředitele / Deputy director

x Ing. Josef Foldyna, CSc.  
Odborná činnost / Research activities

x Ing. Eva Poštová, CSc.  
Hospodářská správa / Administration and technical support

#### Sekretariát / Secretary

x Bc. Taťána Nevedelová

#### Vedoucí oddělení / Heads of departments

x doc. Ing. Jiří Ščučka, Ph.D.  
Laboratorní výzkum geomateriálů / Laboratory research on geomaterials

x Ing. Josef Foldyna, CSc.  
Dezintegrace materiálů / Material disintegration

x RNDr. Lubomír Staš, CSc.  
Geomechanika a báňský výzkum / Geomechanics and mining research

x doc. RNDr. Josef Malík, CSc.  
Aplikovaná matematika a informatika / Applied mathematics and computer science

x prof. RNDr. Radim Blaheta, CSc.  
IT4Innovations

x RNDr. Karel Kirchner, CSc.  
Environmentální geografie, pobočka Brno / Environmental geography, Brno branch

## Mezinárodní poradní sbor

### International advisory board

#### Členové / Members

x prof. Owe Axelsson  
Uppsala University (SWE), IGN

x prof. Bryn Greer-Wootten  
York University, Toronto (CA)

x prof. Raimondo Ciccu  
University of Cagliari (I)

x prof. Marek Kwasniewski  
SUT Gliwice (PL), IGN

x prof. Svetozar Margenov  
IICT BAS, Sofia (BG)

x prof. Ove Stephansson  
GFZ, Potsdam (D)

## Rada pracoviště

### Institution board

#### Interní členové / Internal members

x prof. RNDr. Radim Blaheta, CSc.

x Ing. Josef Foldyna, CSc.

x RNDr. Karel Kirchner, CSc.  
Místopředseda / Vice Chairman

x doc. RNDr. Josef Malík, CSc.  
Předseda / Chairman

x prof. Ing. Petr Martinec, CSc.

x RNDr. Lubomír Staš, CSc.

x doc. Ing. Jiří Ščučka, Ph.D.

#### Externí členové / External members

x prof. RNDr. Pavla Čapková, DrSc.  
ÚJEP Ústí nad Labem / JEPU Ústí nad Labem

x doc. RNDr. Eva Hrubešová, Ph.D.  
VŠB-TU Ostrava / VŠB-TU Ostrava

x prof. RNDr. Miroslav Mašláň, CSc.  
UP Olomouc / Palacký University Olomouc

x doc. RNDr. Tadeusz Siwek, CSc.  
Ostravská univerzita / University of Ostrava

#### Tajemník / Secretary

x doc. Ing. Richard Šňupárek, CSc.

## Dozorčí rada

### Supervisory board

#### Členové / Members

x prof. Ing. Miroslav Tůma, CSc.  
Akademická rada AV ČR / Academic council AS CR  
Předseda / Chairman

x doc. Ing. Richard Šňupárek, CSc.  
Místopředseda / Vice Chairman

x prof. Ing. Tomáš Čermák, CSc.  
VŠB-TU Ostrava / VŠB-TU Ostrava

x prof. RNDr. Ludvík Kunz, CSc.  
UFM AV ČR / IPM AS CR

x prof. RNDr. Jiří Močkoř, DrSc.  
Ostravská univerzita / University of Ostrava

#### Tajemník / Secretary

x Ing. Jiří Starý, Ph.D.

# Oddělení laboratorního výzkumu geomateriálů

## Department of laboratory research on geomaterials

**Vedoucí / Head** doc. Ing. Jiří Ščučka, Ph.D.

**Tým / Staff** Anežka Dušková, doc. Ing. Ivan Janeček, CSc., Ing. Pavel Konečný, Dr., Ing. Sylvester Koroma, Ing. Alena Kožušnicková, CSc., Milan Kraus, Lukáš Kubina, Ing. Kateřina Marečková, prof. Ing. Petr Martinec, CSc., Ing. Romana Mazáčová, Renáta Papcúnová, Ing. Eva Plevová, Ph.D., Mgr. Lucie Ruppenthalová, Ing. Božena Schejbalová, CSc., Ján Šleboda, Ing. Věra Valovičová, Ph.D., Ing. Lenka Vaculíková, Ph.D., prof. Ing. Zdeněk Vašíček, DrSc., Ing. Leona Vavro, Ing. Helena Vičarová



Oddělení laboratorního výzkumu geomateriálů vzniklo jako samostatné oddělení v roce 2006 spojením tří laboratoří Střediska výzkumu materiálů Země. Oddělení zajišťuje komplexní materiálový výzkum geomateriálů a vybraných stavebních hmot. K základním směrům výzkumu patří mineralogie a petrografie, kde jsou vyvíjeny nové metodiky identifikace a charakterizace materiálů, založené na infračervené spektroskopii, metodách termické analýzy, optické a konfokální mikroskopii a analýze obrazu. Významné je studium pevnostních a přetvárných vlastností geomateriálů za různých stavů napjatosti, změn propustnosti materiálů v důsledku změn napětového stavu, interakce materiálů s vodou, studium tepelných vlastností a další. Součástí výzkumu je také geologie uhelných pánví a geologické problémy spojené s významnými geotechnickými stavbami.

### Hlavní výzkumné aktivity

#### *Geologie uhelných pánví*

V oddělení se dlouhodobě zabýváme problematikou geologie uhelných pánví. Toto výzkumné téma zahrnuje zejména geologickou dokumentaci vrtů a důlních děl, sedimentologickou a litologickou analýzu hornin a uhlí. Mimořádná pozornost je věnována výzkumu a identifikaci korelačních horizontů v uhelných pánvích. Výsledky výzkumu jsou průběžně využívány zejména pro korelaci uhelných slojí v české části hornoslezské pánve. V roce 2008 byla vydána monografická publikace Geologické prostředí a geotechnické vlastnosti pokryvu karbonu české části hornoslezské pánve. Společensky a ekonomicky významnou oblastí výzkumu, kterou se pracovníci oddělení dlouhodobě zabývají, je také studium vazby plynů v uhelné hmotě a horninách v souvislosti s technologiemi těžby slojového meta-

The Department of Laboratory Research on Geomaterials was established as an independent department in 2006 by amalgamating the three laboratories of the Centre for the Research on Earth Materials. The department provides comprehensive material research on geomaterials and selected construction materials. Mineralogy and petrography belong to the general trends of research, where new methodologies of the identification and characterization of materials are being developed in an area based on infrared spectroscopy, on the methods of thermal analysis, optical and confocal microscopy and on image analysis. Among significant scientific areas also belong: stress and strain properties of geomaterials in different states of stress; the changes in the permeability of materials due to the changes of stress conditions; the interaction of materials with water; and thermal properties of geomaterials. The geology of coal basins and geological problems associated with important geotechnical constructions also forms part of the research.

### Main research topics

#### *Geology of coal basins*

For many years the department has been dealing with problems associated with the geology of coal basins. For the most part, this research topic includes the geological documentation of boreholes and mine workings; sedimentological and lithological analysis of rocks and coal. Considerable attention is focused on the research and identification of correlation horizons in coal basins, the results of which are continuously used, primarily in the correlation of coal seams in the Czech part of the Upper Silesian Coal Basin. In 2008, the monograph Geological environment and geotechnical properties of covering strata of Carboniferous in the Czech part of the Upper Silesian Basin was published. From both a social and economic aspect, another important area of research, in which department personnel have been involved for many years, is the study of the bonding of gases in coal mass and in rocks in connection with the technology of coal bed methane extraction; with the CO<sub>2</sub> storage and with the occurrence of gas-dynamic phenomena jeopardizing the safety of work underground. In 2011, the results of this work were published in the monograph Carbon dioxide and rock massif.



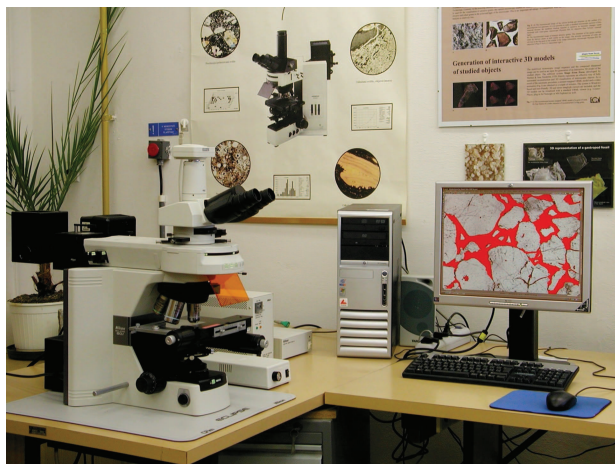
nu, ukládáním technologického CO<sub>2</sub> a se vznikem plynodynamických jevů ohrožujících bezpečnost práce v podzemí. V roce 2011 byly výsledky práce publikovány v odborné monografii s názvem Oxid uhličitý a horninový masiv.

### *Mineralogie a petrografie*

Naším partnerům z průmyslové i akademické sféry poskytujeme petrografické a mineralogické analýzy širokého spektra jak přírodních tak industriálních materiálů. U přírodních hornin se jedná zejména o zařazení horniny do petrografických systémů, analýzu složení a struktury horniny (velikost částic, zrnitost, vytřídění, zakulacení a zaoblení klastů, identifikace karbonátů a jílové hmoty v hornině, uhelné hmoty v sedimentech, stanovení přeměny horninotvorných minerálů, normativní složení na podkladě chemické analýzy).

U materiálů industriálních (jako jsou minerální abraziva, mikronizované částice, silikátové stavební hmoty) provádíme stanovení strukturní stavby, složení, zrnitosti, velikosti a distribuce pórů, identifikaci složek a minerálů, stanovení druhu a intenzity koroze a alterace.

Uhelná petrologie zahrnuje macerálovou analýzu uhlí, stanovení mineralizace v uhlí, analýzu porušení uhlí před a po deformačních testech, mikrotvrdost, texturní analýzu koksů. Pracovníci oddělení jsou v současné době zapojeni do řešení mezinárodního projektu Research fund for coal and steel "Improvement of coal carbonization through the optimization of fuel in coking coal blends - RATIO COAL".



Optický polarizační a fluorescenční mikroskop Nikon Eclipse 80i s motorizovaným skenovacím stolem Märzhäuser Scan-24-410 a systémem pro zpracování a analýzu obrazu NIS Elements / Optical polarization and fluorescence microscope Nikon Eclipse 80i with motorized scanning stage Märzhäuser Scan-24-410 and image processing and analysis system NIS Elements

### *Zpracování a analýza obrazu geomateriálů a stavebních hmot*

Pro studium složení a strukturně-texturní stavby geomateriálů a stavebních hmot jsou v oddělení

### *Mineralogy and petrography*

We provide petrographic and mineralogical analyses of a wide spectrum of both natural and industrial materials for our partners in industry, science, and education. As far as natural rocks are concerned, we deal primarily with the classification of rocks in petrographic systems; with the analysis of rock composition and structure (particle size distribution, grain sorting, roundness and angularity of clastic grains; the identification of carbonates and clay matrix in rock; coal mass in sediments; transformation of rock-forming minerals; normative composition on the basis of chemical analysis).

We determine the structure, composition, grain, and pore size distribution in industrial materials such as mineral abrasives, micronized particles, and silicate construction materials. We also identify the components and minerals and determine the type and intensity of corrosion and alteration.

Coal petrology includes maceral analysis of coal; determining mineralization in coal, analysis of the deformation of coal before and after deformation tests; micro-hardness and textural analysis of cokes. Department personnel are currently involved in research for the international project of the Research fund for coal and steel: "The improvement of coal carbonization through the optimization of fuel in coking coal blends - RATIO COAL".

### *Image processing and analysis of geomaterials and construction materials*

For the study of the composition and structural-textural parameters of geomaterials and construction materials, methods of digital image processing and analysis are used and developed in the department. The procedures of image analysis are used mainly to enable the quantification of the composition and structural parameters of material; the analysis of shape, size and orientation of particles; the analysis of the size and distribution of pores; the measurement of intensity and orientation of micro-fracturing, etc. Department personnel have developed many new algorithms and methodologies which have been applied in morphological analysis of geomaterials at different scale levels. For example, they have succeeded in solving what was until now a very difficult analytical problem: the determination of the size and shape of grains and morphological anisotropy in thin sections of carbonate rocks (microscopic scale). The methodology of the evaluation of the morphology of aggregate grains for construction purposes has been prepared and verified (mesoscopic scale), which enables the description and quantification of the morphometric parameters of aggregate grains in relation to the orientation of mineral grains and micro-fracturing in rock and their use in modelling in civil engineering and geotechnics. Furthermore, the methodology for the quantification of structural-textural parameters of underground working faces has been developed

využívány a rozvíjeny metody zpracování a analýzy digitálního obrazu. Jedná se především o postupy obrazové analýzy, umožňující kvantifikaci složení a strukturních parametrů materiálu, analýzu tvaru, velikosti a orientace částic, analýzu velikosti a distribuce pórů, měření intenzity a orientace mikro-porušení apod. Pracovníci oddělení vyvinuli řadu nových algoritmů a metodik, které aplikovali při morfologické analýze geomateriálů na různé úrovni měřítka. Podařilo se např. vyřešit dosud obtížně řešitelný analytický problém stanovení velikosti a tvaru zrn a morfologické anizotropie ve výbrusech karbonátových hornin (mikroskopické měřítko). Byla vypracována a ověřena metodika hodnocení morfologie zrn kameniva pro stavební účely (mezoskopické měřítko), která umožňuje popsat a kvantifikovat morfometrické parametry zrn kameniva ve vztahu k orientaci minerálních zrn a mikroporušení v hornině a použít je pro modelování ve stavebnictví a geotechnice. Dále byla vyvinuta např. metodika pro kvantifikaci strukturně-texturních parametrů profilu čelby jako součást geotechnického průzkumu při ražbě podzemních děl (makroskopické měřítko), umožňující výrazné zkvalitnění poznatků z průzkumu čelby při současné eliminaci bezpečnostních rizik.

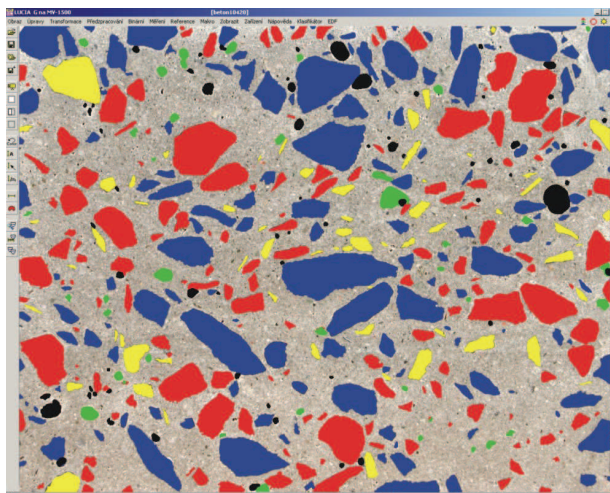
#### *Výzkum fyzikálních vlastností geomateriálů*

Další oblastí výzkumu je studium vlivu termo-hydro-mechanických procesů na fyzikální vlastnosti geomateriálů, jakými jsou: měrná a objemová hmotnost, nasákavost, kapilární jímavost, rychlost šíření ultrazvukových vln, tepelná vodivost, měrná tepelná kapacita a tepelná roztažnost. Pevnostní a přetvárné vlastnosti jsou hodnoceny zejména při laboratorních zkouškách pevnosti v tlaku a tahu, při nichž je stanovován také modul přetvárnosti, Poissonovo číslo za jednoosého i trojosého stavu napjatosti a rychlost šíření ultrazvukových vln v procesu porušování. Výsledky triaxiálních zkoušek jsou dále využívány při konstrukci Mohrovy obálky.

Zvláštní pozornost je věnována studiu propustnosti hornin a uhlí za trojosého stavu napjatosti. Měřicí zařízení sestává z triaxiální komory KTK 100 modifikované pro průchod plynu. Plášťový tlak je vyvíjen tlakem hydraulického oleje až do maximální hodnoty 100 MPa. Zdrojem osového napětí je mechanický lis ZWICK 1494, ovládaný počítačem s maximální silou 600 kN. Jako plynné médium pro měření propustnosti je používán obvykle dusík. Je studován vliv různých parametrů na propustnost hornin a uhlí za trojosého stavu napjatosti: struktury, anizotropie a složení; zvyšování hydrostatického tlaku; zvyšování osového napětí a teploty.

Metodikou měření propustnosti, kterou vyvinuli pracovníci oddělení, již byla testována rozsáhlá série sedimentárních karbonátových hornin a uhlí. V posledních letech je výzkum soustředěn na granitoidní horniny z významných lokalit České republiky. V rámci projektu programu VaVpl „Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin“

as part of a geotechnical survey in the underground engineering (macroscopic scale). This makes possible a significant improvement in the knowledge from the investigation of a working face, while simultaneously eliminating safety risks.



Segmentace obrazu pro kvantitativní analýzu složení betonu / Image segmentation for quantitative analysis of concrete composition

#### *Research on physical properties of geomaterials*

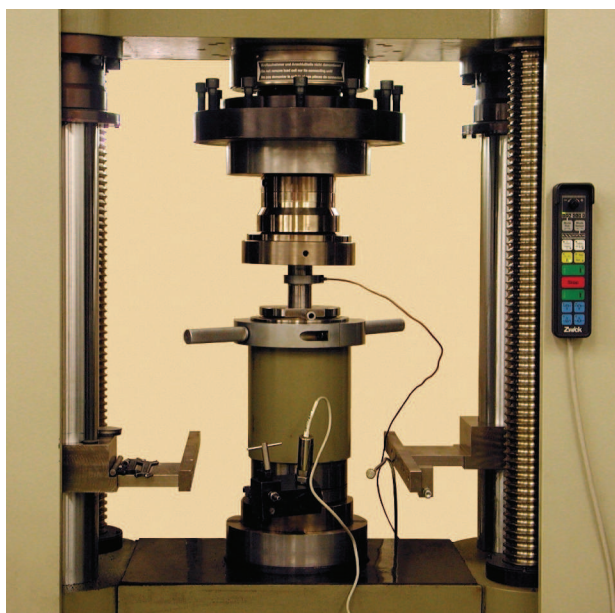
The other area of research is the study of the effect of thermo-hydro-mechanical processes on physical properties of geomaterials, such as mass and volume density; absorptive capacity; water absorption; ultrasonic wave velocity; thermal conductivity; specific thermal capacity; and thermal expansion. The strength and strain properties are estimated in laboratory tests of compression strength and tensile strength, where the Young modulus, Poisson's ratio, under the uniaxial and triaxial state of stress and the ultrasonic wave velocity in the deformation process are determined. The results of triaxial tests are further utilized in the construction of Mohr's criteria. Special attention is paid to the study of the permeability of rocks and coal in the triaxial state of stress.

Particular attention is paid to the study of rocks and coal permeability in triaxial state of stress. The measuring equipment consists of a triaxial cell KTK 100, modified for gas passage. The confining pressure is applied by the pressure of hydraulic oil up to a maximum value of 100 MPa. The source of axial stress is a computer controlled mechanical press ZWICK 1494, with a maximum force of 600 kN. Usually, nitrogen is used as a gas medium for the permeability measurement. The effect of different parameters on the permeability of rock and coal under the triaxial stress state is studied; structure, anisotropy and composition; the increase of hydrostatic pressure; the increase of axial stress and temperature.

Extensive series of sedimentary carboniferous rocks and coals have already been tested by the methodology for the measurement of permeability



získalo oddělení nové sofistikované hydraulické zařízení MTS pro mechanické zkoušky hornin, umožňující provádět široké spektrum testů mechanických vlastností, včetně např. stanovení lomové houževnatosti hornin nebo měření propustnosti hornin pro kapaliny.



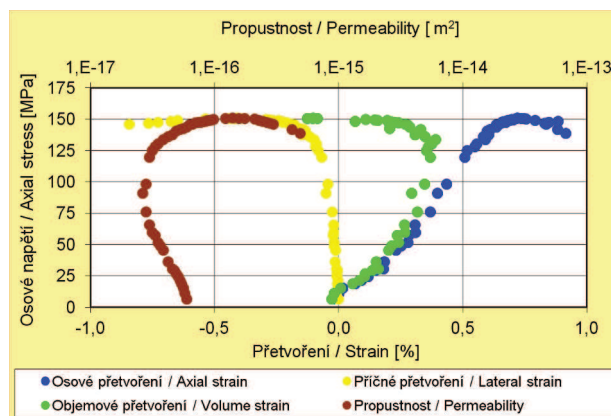
Mechanický lis ZWICK 1494 s triaxiální buňkou KTK 100 modifikovanou pro měření propustnosti hornin / Mechanical press ZWICK 1494 with triaxial cell KTK 100 modified for gas permeability measurement

### Výzkum jílových minerálů

Dlouhodobě je v našem oddělení studována problematika jílových minerálů. V úzké spolupráci s VŠB-TU a Ostravskou univerzitou probíhá výzkum nanomateriálů na bázi jílových minerálů, studium termické stability laboratorně připravených kompozitních materiálů a rozvoj aplikačních možností FTIR a Ramanovy spektroskopie při identifikaci a kvantifikaci jílových minerálů v horninách. Důvodem současného zájmu o jílové minerály je jejich pozoruhodná schopnost přijímat do své krystalové struktury látky organického nebo anorganického původu. Díky tomu jílové minerály, kromě tradiční úlohy sorbentů, představují cestu ve vývoji nových materiálů s předem definovanými vlastnostmi, tzv. nanokompozitů. Získané poznatky o vlastnostech takto připravených nanokompozitů přispívají k řešení aktuálních problémů spojených s přípravou sorbentů pro odstraňování látek z různých ekologických zátěží, tvorbou bariér pro ukládání odpadů, nebo zpevňováním a stabilizací zemín s vysokým obsahem jílu a huminových látek.

Při studiu sorpčních a mechanických vlastností jílových minerálů a modifikovaných jílu je v oddělení rozvíjena také aplikace termické analýzy. V rámci studia termické stability připravených kompozitních materiálů byla zpracována ucelená databáze termických křivek jílových minerálů, jejich příměsí a vybraných druhů sedimentárních hornin. Jsou hodnoceny zejména změny hmotnosti v závislosti na

developed by department. In recent years, research has been focused on granitic rocks from important localities in the Czech Republic. Within the RDIOF project „Institute of Clean Technologies for Mining and Utilization of Raw Materials for Energy Use“, the department obtained new sophisticated hydraulic equipment, MTS, for the mechanical testing of rocks. The acquisition of this equipment enables the department to conduct a wide spectrum of tests of mechanical properties, including, for example, determining the fracture toughness of rocks or measuring the permeability of rocks for liquids.



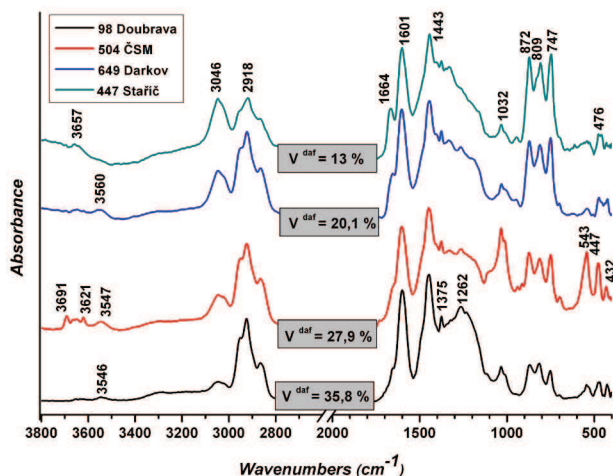
Závislost propustnosti a přetvoření na osovém napětí v trojosém stavu napjatosti (boční tlak 5 MPa) / Dependence of permeability and strain on axial stress at triaxial state of stress (confining pressure of 5 MPa)

### Research on clay minerals

The issue of clay minerals has been studied by our department for many years. In close cooperation with the VŠB - Technical University of Ostrava and the University of Ostrava, research into nanomaterials based on clay minerals is already in progress; the study of the thermal stability of laboratory prepared composite materials; and the development of the possibilities of the application of the FTIR and Raman spectroscopy for the identification and quantification of clay minerals in rocks. The reason for the continuing interest in clay minerals is their remarkable capability to absorb organic or inorganic compounds into their crystal structure. With the exception of their traditional role as sorbents, clay minerals represent a means in the development of materials with pre-defined properties: the so called nanocomposites. The knowledge gained about the properties of nanocomposites prepared in this way, contributes to the solution of current problems associated with the preparation of sorbents for the removal of substances from various environmental burdens with the formation of barriers for depositing waste, or the reinforcement and stabilization of soils with a high content of clays and humic substances.

The application of thermal analysis is also being developed in the department with the study of sorption and mechanical properties of clay mineral and modified clays. Within the study of thermal stability of prepared composite materials, a comprehensive

teplotě a času s volitelným nastavením experimentální atmosféry (oxidační, inertní) včetně vysokého vakua, určovány teploty dehydratace, dehydroxylace a transformačních přeměn jednotlivých minerálů, a také stanovovány kinetické parametry probíhajících reakcí. Díky pokročilému kinetickému softwaru umíme predikovat také postup reakce a tepelné stability materiálu v libovolném teplotním režimu.



Infračervená spektra dvou typů montmorillonitů modifikovaných alkylamonnými kationty chloridu benzyldimethylhexadecylamonného / IR spectra of two samples of montmorillonites modified by alkylammonium cations of benzyldimethylhexadecylammonium chloride

Dalším směrem výzkumu je aplikace FTIR a Ramanovy spektroskopie při kvalitativní a kvantitativní analýze jílových minerálů v horninách, a to především tam, kde přítomnost jílových minerálů významně ovlivňuje fyzikálně-chemické vlastnosti hornin - v geomechanice, při zajišťování stability svahů, při řešení otázek výstavby a stability podzemních děl a v řadě dalších oborů, při nichž dochází k zásahům do zemské kůry. V posledních letech je zaměřena pozornost na využití statistických multivariačních metod při analýze IČ spekter minerálů a hornin. Právě spojením FTIR spektroskopie a statistických metod lze dosáhnout rychlejších a spolehlivějších výsledků při stanovování jednotlivých minerálů v horninách.

Výsledky výzkumu byly zpracovány v rámci řešení několika grantových projektů v letech 2003 - 2010 a jsou rovněž průběžně uveřejňovány v impaktovaných časopisech.

#### Výzkum konkrementů močového traktu

Naše oddělení se dlouhodobě zabývá také mineralogickými analýzami konkrementů urologického traktu pacientů z ostravského regionu. Tento unikátní výzkum probíhá ve spolupráci s Oddělením klinické biochemie Městské nemocnice v Ostravě a dosud byl vyšetřen rozsáhlý soubor více než 14 tisíc pacientů. Jsou využívány nejen metody mineralogické analýzy ale také analýza obsahu stopových prvků a synchrotronní mikro-CT tomografie na kusových vzorcích. Tento výzkum ukazuje, jak kom-

database of thermal curves of clay minerals, their admixtures and selected types of sedimentary rocks has been prepared. For the most part, the changes of weight dependent on temperature and time, with optional adjustment of experimental atmosphere (oxidation, inert atmosphere), including a high vacuum, are evaluated. The temperature of dehydration, dehydroxylation and transformations of individual minerals and kinetic parameters of running reactions are also determined. Thanks to advanced kinetic software, we can also predict the process of reaction and thermal stability of material in an optional temperature mode.

A further trend in research is the application of FTIR and Raman spectroscopy to the qualitative and quantitative analysis of clay minerals in rocks, primarily in those areas where the presence of clay minerals significantly affects the physical and chemical properties of rocks - in geo-mechanics, when ensuring the slope stability, in the solution of problems regarding the construction and stability of underground construction and in many other fields when the Earth's crust is to be affected. In recent years, attention has been focused on the utilization of statistical multivariation methods in the analysis of infrared spectra of minerals and rocks. With just the combination of the FTIR spectroscopy and statistical methods, it is possible to obtain faster and more reliable results in the determination of individual minerals in rocks.

The results of this research have been prepared within the research programmes of several grant projects between 2003 and 2010, with the results continuously published in the relevant journals.

#### Research on concrements of urinary tract

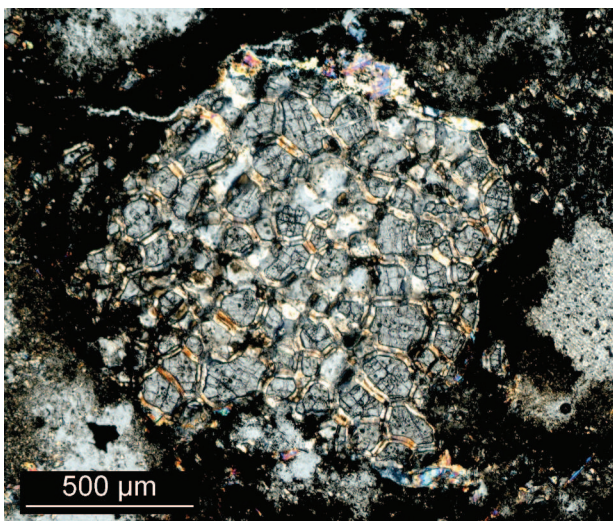
For many years, our department has also been dealing with the mineralogical analyses of concrements of the urinary tract of patients from the Ostrava region. This unique research takes place in collaboration with the department of clinical biochemistry of the Municipal Hospital in Ostrava and the data of more than 14,000 patients have been investigated to date. Not only are mineralogical analyses utilized, but also the analyses of trace elements content and the synchrotronic micro-CT tomography on lump samples. This research shows how complicated the inner structure of concrement, which originated in the dynamic environment of the human body, actually is. It was found out that urinary calculi of patients from the Ostrava agglomeration contain 130 mineral combinations, while the Ca-oxalate and Ca,Mg-phosphate concrements are completely dominant. The results of the long-term research have been prepared within the project of the GA CR in 2009 - 2011. A co-researcher in the project was the Faculty of natural sciences of Masaryk University in Brno. The results are published continuously in important European urological journals. The adoption of a new methodology of mineralogical analysis of concrements in the



plikovaná je vnitřní stavba konkrementu, vzniklého v dynamickém prostředí lidského těla. Bylo zjištěno, že močové kameny pacientů ostravské aglomerace obsahují 130 minerálních kombinací, přičemž zcela dominují konkrementy Ca-oxalátové a Ca,Mg-fosfátové. Výsledky dlouhodobého výzkumu byly zpracovány v rámci řešení grantového projektu GA ČR v letech 2009 až 2011. Spolupříspěvkem projektu byla PŘF Masarykovy university v Brně. Výsledky řešení jsou průběžně publikovány v předních evropských urologických časopisech. Zavedení nové metodiky mineralogické analýzy konkrementů v ČR (založené na IR spektroskopii, optické mikroskopii a mikrochemických metodách) bylo vyzdvíženo také v knize K. Jiříka a kol. „Městská nemocnice Ostrava v proměnách času“ (2002).

### Studium strusek a geopolymerů

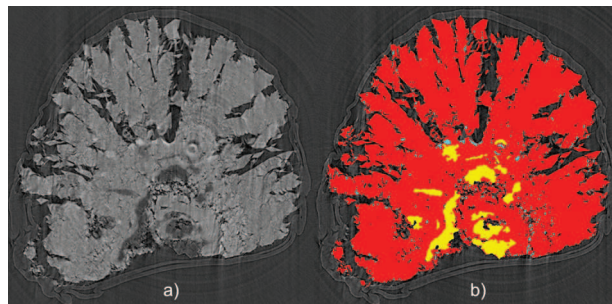
Analytické postupy, používané v našem oddělení, jsou aplikovány také při hledání příčin objemových změn zásypaných strusek a hutní keramiky, způsobujících rozsáhlá poškození staveb na Ostravsku. Tato poškození, vznikající zejména v období po roce 2000, představují mimořádně závažný společenský a ekonomický problém.



Hydratace hutní keramiky na bázi MgO. Na mikroskopickém snímku jsou patrné lemy  $Mg(OH)_2$  kolem šedých hydratovaných zrn  $MgO$ . Tento jev vede k objemovým změnám zásypaného materiálu v konstrukci / Hydration of metallurgical  $MgO$ -ceramics. The  $Mg(OH)_2$ -hemming around the hydrated  $MgO$  grains is visible on the microscopic image. This effect results in volume changes of backfill material in the construction

Studovány jsou rovněž hutnické strusky, nalezené při archeologických výzkumech. Identifikace druhu strusek přispívá k pochopení souvislostí týkajících se technologií použitých v archeologicky zkoumaných stavbách. Výsledky práce byly publikovány např. v rámci monografie Kostel sv. Martina v Bohušově, v roce 2011. Geopolymery (tj. alkalicky aktivované granulované vysokopecní strusky) patří k novým progresivním stavebním pojivům. Výzkum prováděný ve spolupráci s FMMI VŠB-TUO se zabývá jejich pórovou mikrotexturou a strukturou a vznikem nových minerálních fází v geopolymerech

Czech Republic (based on the IR spectroscopy, optical microscopy and micro-chemical methods) was emphasized also in the book by K. Jiřík et al. "The Municipal Hospital of Ostrava in transformations of time" (2002).



Segmentace obrazu konkrementu pořízeného synchrotronním  $\mu$ CT-tomografem pro měření podílu minerálních složek: a) vstupní obraz, b) jednotlivé minerální složky (modře apatit -2,1 obj. %; žluté protein s uricitem -5,5 obj. %; červeně oxalát - 92,4 obj. %) / Segmentation of the concrement image acquired using synchrotronic  $\mu$ CT-tomography for measurement of percentages of mineral constituents: a) source image, b) particular mineral constituents (blue: apatite -2,1 vol. %; yellow: protein with uricite -5,5 vol. %; red: oxalate - 92,4 vol. %)

### Study of slag and geopolymers

Analytical procedures used in our department are also applied in finding out the causes of volume changes of backfilling slag and metallurgical ceramics that cause extensive damage to construction in the Ostrava region. This damage, which appeared in the period after 2000, is a serious social and economic problem.

Metallurgical slag found during archaeological explorations is studied as well. The identification of slag types contributes to the understanding of the circumstances relating to technologies used in the constructions under archaeological investigation. For example, the results of the work were published in 2011, within the framework of the monograph St. Martin Church in Bohušov. Geopolymers (i.e. alkali activated granulated furnace slag) belong to new progressive building binders. The research carried out in collaboration with FMME VŠB-TUO deals with their micro-texture and structure of pores and with the origin of new mineral phases in geopolymer with granulated slag and with different portions of milled fly ash and with the use of liquid and solid alkali activators. The research personnel succeeded in developing new types of geopolymers with more stable mineral phases in a dense structure of geopolymer.

### Structure and properties of geocomposite materials

Over a considerable period, the department has dealt with unique research into the structure and properties of geocomposites - specific materials created by pressure grouting of chemical grouts into soils, disturbed rocks or into disturbed building constructions. The research is carried out in collaboration with the department of geomechanics and



s granulovanou struskou a s různým podílem mletého popílku, s použitím kapalných a pevných alkalických aktivátorů. Pracovníkům se podařilo vyvinout nové typy geopolymérů se stabilnějšími minerálními fázemi v hutné struktuře geopolyméru.

#### *Stavba a vlastnosti geokompozitních materiálů*

V oddělení je dlouhodobě rozvíjen unikátní výzkum strukturní stavby a vlastností geokompozitů - specifických materiálů vznikajících tlakovou injektáží chemických injektážních hmot do zemin, porušených hornin a narušených stavebních konstrukcí. Výzkum je prováděn ve spolupráci s oddělením Geomechaniky a báňského výzkumu a zahrnuje především vývoj a použití metodik pro vizualizaci stavby geokompozitu, kvantifikaci strukturně-texturních parametrů, studium vztahů mezi stavbou materiálu a jeho fyzikálně-mechanickými vlastnostmi a hodnocení tepelné stability injektážních pryskyřic v geotechnické nebo stavební konstrukci. Zvláštní pozornost je věnována významným anomáliím ve struktuře geokompozitních monolitů vznikajících při konkrétních geotechnických aplikacích a jejich vlivu na chování materiálu v konstrukci.

#### **Technické vybavení**

##### *Zařízení pro infračervenou a Ramanovu spektroskopii*

FT-IR spektrometr NICOLET 6700 s FT-Ramanovým modulem NICOLET NXR (Thermo Fisher Scientific)

FT-IR mikroskop NICOLET iN10 (Thermo Fisher Scientific)

FT-IR spektrometr NICOLET Avatar 320 (Thermo Fisher Scientific)

##### *Zařízení pro mikroskopii a analýzu obrazu*

Optický polarizační mikroskop NIKON Eclipse 80i s procházejícím i odraženým světlem a fluorescencí, s motorizovaným skenovacím stolem MÄRZHÄUSER Scan-24-410; optický polarizační mikroskop OLYMPUS BX 50 s procházejícím i odraženým světlem a fluorescencí

Laserový konfokální mikroskop OLYMPUS LEXT OLS 3100

Stereomikroskop NIKON SMZ-2T

Barevné stacionární CCD kamery NIKON DS-5M a DVC 1310

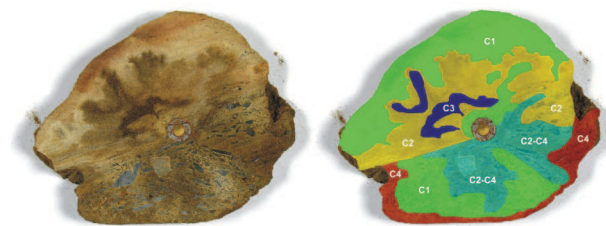
Systémy pro zpracování a analýzu obrazu NIS Elements (Nikon), LUCIA (Laboratory Imaging, Ltd.) a Matlab Image Processing Toolbox

##### *Zařízení pro termickou analýzu*

Termální analyzátor SETSYS TG-DTA/DSC 24 s hmotnostním spektrometrem (Setaram Instrumentation)

Termální analyzátor SETSYS 12 (Setaram Instrumentation)

mining research and primarily includes the development and application of methodologies for the visualization of the geocomposite structure; the quantification of structural-textural parameters; the study of relationships between the material structure and its physical-mechanical properties and the evaluation of thermal stability of chemical grouts in geotechnical or building constructions. Special attention is paid to important anomalies in the structure of geocomposite monoliths created during the particular geotechnical applications and to their effect on the behaviour of material in the construction.



Vymezení různých typů konzistence materiálu v tělese geokompozitu (písek injektovaný polyuretanem) / Specification of different types of material consistency in geocomposite monolith (sand grouted with polyurethane)

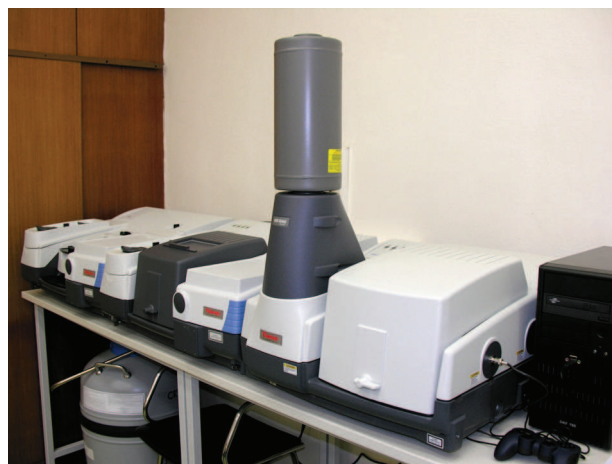
#### **Technical equipment**

##### *Instruments for infrared spectroscopy and Raman spectroscopy*

FT-IR spectrometer NICOLET 6700 with FT-Raman module NICOLET NXR (Thermo Fisher Scientific)

FT-IR microscope NICOLET iN10 (Thermo Fisher Scientific)

FT-IR spectrometer NICOLET Avatar 320 (Thermo Fisher Scientific)



FT-IR spektrometr NICOLET 6700 s FT-Ramanovým modulem NICOLET NXR / FT-IR spectrometer NICOLET 6700 with FT-Raman module NICOLET NXR

##### *Instruments and software for microscopy and image analysis*

Optical polarization and fluorescence microscope NIKON Eclipse 80i with motorized scanning stage MÄRZHÄUSER

Izomet 2104, zařízení na měření tepelné vodivosti a měrné tepelné kapacity



Termální analyzátor SETSYS TG-DTA/DSC 24 s hmotnostním spektrometrem / Thermal analyser SETSYS TG-DTA/DSC 24 with mass spectrometer

#### *Zařízení pro testování fyzikálně-mechanických vlastností materiálů*

Servohydraulický zkušební systém MTS pro zkoušky pevnostních a přetvárných vlastností hornin, max. síla 4600 kN

Triaxiální komora 656.06 Triaxial Cell s možností regulace teploty (do 200 °C) a měření propustnosti hornin pro vodu

Mechanický lis Zwick 1494, max. síla 600 kN

Karmanova triaxiální buňka KTK 100 s možností bočního tlaku až 100 MPa a měřením propustnosti v procesu deformace

Mikrotvrdoměr firmy CSM Instruments s měřením modulů přetvárnosti

Zařízení na měření rychlosti šíření ultrazvukových vln v procesu zatěžování

#### *Zařízení pro analýzu plynů*

Plynový chromatograf DANI 1000 DPC: uhlovodíky (C<sub>1</sub> - C<sub>4</sub>), H<sub>2</sub>, rozsah stanovení: 0 - 5000 ppm. Uhlovodíky C<sub>1</sub> - C<sub>4</sub> jsou stanovovány pomocí kolony Rt Alumina Plot s detekcí FID, plynová chromatografie s μTCD používána pro stanovování vodíku

Stacionární plynové analyzátoři: CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, rozsah stanovení: objemová %

HÄUSER Scan-24-410; optical polarization and fluorescence microscope OLYMPUS BX 50

Laser confocal microscope OLYMPUS LEXT OLS 3100

Stereomicroscope NIKON SMZ-2T

Colour stationary CCD cameras Nikon DS-5M and DVC 1310

Image processing and analysis systems NIS Elements (Nikon), LUCIA (Laboratory Imaging, Ltd.), and Matlab Image Processing Toolbox

#### *Instruments for thermal analysis*

Thermal analyser SETSYS TG-DTA/DSC 24 with mass spectrometer (Setaram Instrumentation)

Thermal analyser SETSYS 12 (Setaram Instrumentation)

Izomet 2104 for measurement of thermal conductivity and specific thermal capacity

Thermal analyser SETSYS TG-DTA/DSC 24 with mass spectrometer

#### *Instruments for testing physical-mechanical properties of rocks*

Servo-hydraulic testing system MTS for testing of stress and strain properties of rocks, max. force 4600 kN

Triaxial cell 656.06 with possibility of temperature control (up to 200 °C) and water permeability measurement

Mechanical press ZWICK 1494, max. force 600 kN

Karman's triaxial cell KTK 100 with confining pressure up to 100 MPa and possibility of permeability measurement in deformation process

Micro Hardness Tester 240V 50 - 60Hz (CSM Instruments)

Apparatus for measurement of ultrasonic wave velocity in the process of loading

#### *Instruments for gas analysis*

Gas chromatograph DANI 1000 DPC: (C<sub>1</sub> - C<sub>4</sub>), H<sub>2</sub>, range of content: 0 - 5000 ppm. Hydrocarbons C<sub>1</sub> - C<sub>4</sub> are determined by the column Rt Alumina Plot with FID detection, gas chromatography with μTCD detection is used for analysis of hydrogen

Stationary gas analysers for CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, range of content: vol. %

## Projekty řešené v posledních letech / Recently solved projects

Improvement of coal carbonization through the optimization of fuel in coking coal blends - RATIO COAL, 2010 - 2012, Research Fund for Coal and Steel, RFCR-CT-2010-00008.

Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin / Institute of Clean Technologies for Mining and Utilization of Raw Materials for Energy Use, 2011 - 2014, VaVpl / RDIOP, CZ.1.05/2.1.00/03.0082.

Vliv fázového složení a mikrostruktury na funkční vlastnosti geopolymerních systémů z technogenních pucolánů / Influence of phase composition and microstructure on function properties of geopolymer systems from industry pozzolans, 2009 - 2011, GA CR, GA106/09/0588.

Chemická, mineralogická a statistická analýza souboru močových konkrementů pacientů ostravské aglomerace / Chemical, mineralogical and statistical analysis of set of urinary stones of patients of Ostrava city agglomeration, 2009 - 2011, GA CR, GA203/09/1394.

Kvalitativní a kvantitativní analýza minerálů v sedimentárních horninách pomocí FTIR spektroskopie a multivariačních statistických metod / Qualitative and quantitative mineral analysis of sedimentary rocks by means of FTIR spectroscopy and multivariate statistical methods, 2008 - 2010, GA CR, GA105/08/1398.

Vliv anizotropie a minerálního složení na fázové přeměny a tepelnou roztažnost hornin / The Effect of Anisotropy and Mineral Composition on Phase Transformation and Thermal Expansion, 2007 - 2009, GA CR, GP105/07/P416.

Studium morfologie pulsujícího vodního paprsku a jeho účinků na materiály metodami zpracování a analýzy obrazu / Study of pulsating water jet morphology and its effects on materials by image processing and analysis methods, 2007 - 2009, GA CR, GP101/07/P512.

Vliv teploty na změny plynopropustnosti hornin za trojosého stavu napjatosti / Influence of temperature on permeability changes of rocks in triaxial state of stress, 2004 - 2006, GA CR, GA105/04/1019.

Nové možnosti identifikace jílových minerálů a slíd v sedimentárních horninách infračervenou spektroskopií s Fourierovou transformací / New possibilities of identification of clay minerals and micas in sedimentary rocks using infrared spectroscopy with Fourier transformation, 2003 - 2006, GA CR, GP105/03/D079.

## Vybrané publikace / Selected publications

### *Impaktivní publikace / Articles in journals with impact factor*

Konečný, P., Plevová, E., Vaculíková, L., Kožušníková, A., Peterková, J., Hundáková, M. Composition of gypsum from the Koberžice quarry (Czech Republic). *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, 2011, Vol. 8, No. 2, pp. 145-156.

Konečný, P., Kožušníková, A. Influence of stress on the permeability of coal and sedimentary rocks of the Upper Silesian basin. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 2011, Vol. 48, No. 2, pp. 347- 352.

Kožušníková, A., Konečný, P. Influence of Temperature on the Permeability of Rocks. *Geotechnique*, 2011, Vol. 61, No. 12, pp. 1081-1085.

Kaiser, J., Holá, M., Galiová, M., Novotný, K., Kanický, V., Martinec, P., Ščučka, J., Brun, F., Sodini, N., Tromba, G., Mancini, L., Kořistková, T. Investigation of the microstructure and mineralogical composition of urinary calculi fragments by synchrotron radiation X-ray microtomography - a feasibility study. *Urological research*, 2011, Vol. 39, No. 4, pp. 259-267.

Martinec, P., Plasgura, P., Machát, J., Staněk, F. „Mineral association, composition and trace elements in urinary calculi in Ostrava region patients from 1978 to 2010“. *European Urology Supplements*, 2011. Vol. 10, No. 7, pp. 462-462.

Obara, B., Kožušníková, A., Ščučka, J. Automatic identification of microcracks observed on microscopic images of coarse-grained sandstone, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 2011, Vol. 48, No. 4. pp. 681-686

Plevová, E. , Vaculíková, L., Kožušníková, A., Daněk, T., Ritz, M., Simha Martynková, G. Thermal study of sandstones from different Czech localities. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2011, Vol. 103, No. 3. pp. 835-843.

Ritz, M., Vaculíková, L., Plevová, E. Application of infrared spectroscopy and chemometric methods to identification of selected minerals. *Acta geodynamica et geomaterialia*, 2011, Vol. 8, No. 1, pp. 47-58.

Sitek, L., Foldyna, J., Martinec, P., Ščučka, J., Bodnárová, L., Hela, R. Use of pulsating water jet technology for removal of concrete in repair of concrete structures. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 2011. Vol. 6, No. 4, pp. 235 - 242.

Vaculíková, L., Plevová, E., Vallová, S., Koutník, I. Characterization and differentiation of Kaolins from selected Czech deposits using infrared spectroscopy and differential thermal analysis. *Acta geodynamica et geomaterialia*, 2011, Vol. 8, No. 1, pp. 59-67.

Valášková, M., Barabaszová, K., Hundáková, M., Ritz, M., Plevová, E. Effects of brief milling and acid treatment on two ordered and disordered kaolinite structures. *Applied Clay Science*, 2011. Vol. 54, No. 1, pp. 70-76.

Holešová, S., Valášková, M., Plevová, E., Pazdiora, E., Matějová, K. Preparation of novel organovermiculites with antibacterial activity using chlorhexidine diacetate. *Journal of Colloid and Interface Science* 2010, 342, 2, pp. 593-597

Martinec, P., Vavro, M., Scucka, J., Maslan, M. Properties and durability assessment of glauconitic sandstone: A case study on Zamel sandstone from the Bohemian Cretaceous Basin (Czech Republic). *Engineering Geology* 2010, vol.115, No. 3-4, pp 175-181.

Matějka, V., Šupová, M., Klemm, V., Rafaja, D., Valášková, M., Tokarský, J., Lešková, J., Plevová, E. Vermiculite interlayer as a reactor for CdS ultrafine particles preparation *Microporous and Mesoporous Materials* 2010, vol. 129, pp. 118-125

Měchová, L., Vašíček, Z., Houša, V. Early Cretaceous ribbed aptychi - a proposal for a new systematic classification. *Bulletin of Geosciences*, 2010, Vol. 85, No. 2, pp. 219-274.

Plevová, E., Kožušníková, A., Vaculíková, L., Simha Martynková, G. Thermal behavior of selected Czech marble samples. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 2010, Vol. 101, No. 2, pp. 657-664

Ritz, M., Vaculíková, L., Plevová, E. Identification of Clay Minerals by Infrared Spectroscopy and Discriminant Analysis. *Applied Spectroscopy* 2010, Vol. 64, No. 12, pp. 1379-1387

Vašíček, Z. Early Cretaceous ammonites from the Butkov Quarry (Manín Unit, Central Western Carpathians, Slovakia). *Acta Geologica Polonica*, 60 (3), 393-415

Vašíček, Z., Gegl, E., Kedzierski, M., Uchman, A. Two ammonites from the Early Cretaceous deep-sea sediments of the Silesian Nappe, Polish Carpathians, and stratigraphic problems resulted from micropalaeontological dating of their sites. *Annales Societatis Geologorum Polonia*, 2010. Vol. 80, No. 1, pp. 25-37.

Foldyna, J., Sitek, L., Ščučka, J., Martinec, P., Valíček, J., Páleníková, K. Effects of pulsating water jet impact on aluminium surface. *Journal of Materials Processing technology*, 2009, Vol. 209, p. 6174-6180.

Holub, K., Konečný, P., Knejzlík, J. Investigation of the mechanical and physical properties of greywacke specimens. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 2009, Vol. 46, No. 1, pp. 188-193.

Mashlan, M., Bartoňková, H., Jančík, D., Tuček, J., Martinec, P. Iron oxide modified minerals. *Hyperfine Interactions*, 2009, Vol. 191, No. 1-3, pp. 151-157.

Valášková, M., Simha Martynková, G., Matějka, V., Barabaszová, K., Plevová, E., Měřínská, D. Organovermiculite nanofillers in polypropylene. *Applied Clay Science*, 2009, Vol. 43, No. 1, pp. 108-112.

Martinec, P., Scucka, J., Vavro, M., Safrata, J. Granodiorite aggregates from East Bohemia for high-performance and high-strength concretes. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 2008, Vol. 41, No. 4, pp. 451-458.

Vašíček, Z. Barrenian and Early Aptian ammonites from the Godula Facies of the Silesian Unit in the Outer Western Carpathians, Czech Republic. *Acta Geologica Polonica*, 2008, Vol. 58, No. 4, pp. 407-423.

### *Monografie / Monographs*

Martinec, P., Kolář, P., Martinec, V., Taraba B. *Oxid uhlíčitý a horninový masiv*. Ostrava: Ústav geoniky Akademie věd České republiky, v.v.i., 2011. 138 stran. ISBN 978-80-86407-14-2.

Martinec, P. et al. *Geologické prostředí a geotechnické vlastnosti pokryvu karbonu v české části hornoslezské pánve*. Ostrava: Ústav geoniky Akademie věd České republiky, v.v.i., 2008. 148 stran, angl. resumé, 4 přílohy. ISBN 978-80-86407-54-8

Ščučka, J., Souček, K. *Stavba a vlastnosti geokompozitních materiálů s polyuretanovými pojivy*. *Documenta geonica* 2007/1. Ostrava: Akademie věd České republiky, Ústav geoniky, 2007. 247 stran. ISBN 978-80-86407-15-9.X

Martinec, P. et al. *Termination of underground coal mining and its impact on the environment*, Ostrava: ANAGRAM, 2006. 128 pages (in Czech and English version).

Čáslavský, M., Dopita, M., Dvořák, P., Homola, V., Jirásek, J., Kožušníková, A., Martinec, P., Pánek, P., Pěgřimočová, J., Plevová, E., Sivek, M., Straka, P., Vaculíková, L., Vašek, J. *Atlas uhlí české části hornoslezské pánve*. Ostrava: ANAGRAM, 2005. P. Martinec, J. Jirásek, A. Kožušníková, M. Sivek (eds.), 60 stran, angl. resumé, 410 obrazových příloh na CD.



# Oddělení dezintegrace materiálů

## Department of material disintegration

**Vedoucí / Head** Ing. Josef Foldyna, CSc.

**Tým / Staff** Ing. Petr Hlaváček, Ing. Jiří Klich, Daria Nováková, Luděk Pivoda, Ing. Zdeněk Říha, Ph.D., Ing. Libor Sitek, Ph.D., doc. Ing. Jan Valíček, Ph.D., prof. Ing. Jaroslav Vašek, DrSc., Ing. Michal Zeleňák

V roce 1985 byla v rámci Oddělení hornické geomechaniky založena Laboratoř rozpojování hornin. Její hlavní náplní bylo studium procesů spojených s rozpojováním horninových a podobných materiálů pomocí mechanických nástrojů a vysokorychlostního vodního paprsku. Roku 1992 přešla laboratoř s mírně změněným názvem (Laboratoř porušování hornin) pod nově vzniklé Středisko Výzkumu materiálů Země. Vzhledem ke specifickým výzkumným úkolům řešeným pracovníky laboratoře vzniká v roce 2006 samostatné Oddělení dezintegrace materiálů, zaměřené již výhradně na studium nových progresivních technologií při dezintegraci materiálů.

Oddělení postupně navázalo spolupráci s tuzemskými i zahraničními vědeckými pracovišti (např. VUT Brno, VŠB-TU Ostrava, University of Cagliari, Fachhochschule Nordwestschweiz, Politechnika Koszalin, AGH Krakow) a průmyslovými partnery (např. PTV, NET, Hammelmann, Ecoson).

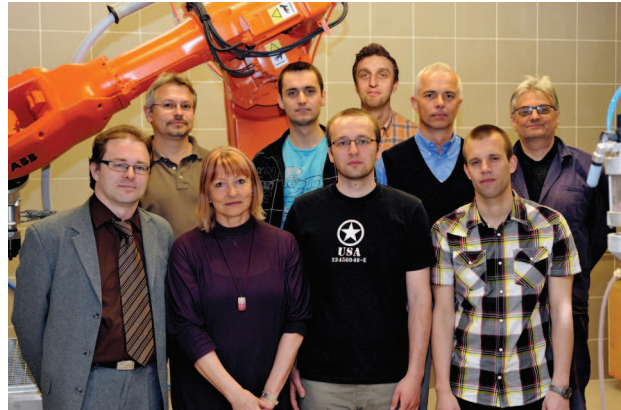


Aplikace rotačního pulzujícího vodního paprsku při dobývání okrasného kamene - detail drážky řezané v granodioritovém masivu / Application of rotating pulsating water jet in ornamental stone quarrying - detail of kerf cut in granodiorite massive

Významným impulsem pro další rozvoj oddělení se stal projekt OP VaVpl „Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin“, na jehož řešení se od roku 2011 oddělení značnou měrou podílí.

### Hlavní témata výzkumu

Oddělení se zabývá především studiem procesů dezintegrace materiálů a geomateriálů vysokorychlostním vodním paprskem.



The Laboratory of Rock Cutting was established in 1985 as a part of the Department of Mining Geomechanics. The original objective of the research was to study processes associated with rock and rock-like materials by mechanical tools and high-speed water jets. In 1992, the laboratory changed its name slightly to the Laboratory of Rock Disintegration and became part of a newly created Earth Material Sciences Department. With respect to specific research problems solved by the laboratory staff, the Department of Material Disintegration was established. The department is oriented entirely to the study of new, advanced technologies for material disintegration.

The department gradually established cooperation with domestic and foreign scientific workplaces (e.g. Brno University of Technology, VSB-Technical University of Ostrava, the University of Cagliari, the University of Applied Sciences of Northwestern Switzerland, Koszalin University of Technology, AGH Cracow) and industrial partners (e.g. PTV, NET, Hammelmann, Ecoson).

The RDIOP project Institute of clean technologies for mining and utilization of raw materials for energy use, in which the department has participated considerably since 2011, has represented another significant stimulus for further development of the department.

### Main research topics

Research activities of the department are aimed in particular at the high-speed water jet disintegration of materials and geomaterials.



### *Intenzifikace účinků vysokorychlostního vodního paprsku*

Výzkumné aktivity jsou zaměřeny na studium dynamických projevů chování pulzujícího proudu vody, definování zákonitostí procesu buzení a šíření vysokofrekvenčních tlakových pulzací v kapalině a jejich využití ke generování vysokorychlostních pulzujících vodních paprsků.



Zkouška odolnosti betonu proti erozi prováděná abrazivním vodním paprskem / Test of concrete resistance to erosion performed by abrasive water jet

Složitě dynamické jevy probíhající při buzení a šíření vysokofrekvenčních tlakových pulzací v kapalině jsou studovány jak teoreticky pomocí numerické simulace a metod CFD (Computational Fluid Dynamics), tak experimentálně přímým měřením frekvence a amplitudy dynamického tlaku ve vysokotlakém systému a stagnační síly generované dopadem pulzujícího paprsku.

Formování a proudění vysokorychlostních pulzujících vodních paprsků po výstupu z trysky je studováno pomocí metody PIV (Particle Image Velocimetry) a stínovou metodou. Analýza obrazu a optické metody jsou využívány rovněž ke studiu interakce pulzujícího paprsku s rozpojovaným materiálem a vlastností povrchů vytvořených pulzujícími paprsky. Řezné a dezintegrační účinky pulzujících vodních paprsků jsou testovány na rozmanitých materiálech s cílem porovnat jejich výkonnost s paprsky kontinuálními, případně s jinými technologiemi.

Cílem výzkumu je poznání podstaty procesů generování a přenosu pulzací ve vysokotlakém systému, formování pulzujícího paprsku a jeho interakce s materiálem.

### *Abrazivní materiály pro abrazivní vodní paprsek*

Tato oblast pokrývá výzkum v oblasti nových abrazivních materiálů (přírodních i uměle vytvořených). Výzkum je zaměřen na studium vlastností a chování abrazivních částic v procesu generování abrazivních vodních paprsků a řezání materiálů, součástí je rovněž řešení otázek spojených s přípravou, testováním a recyklací abraziv.

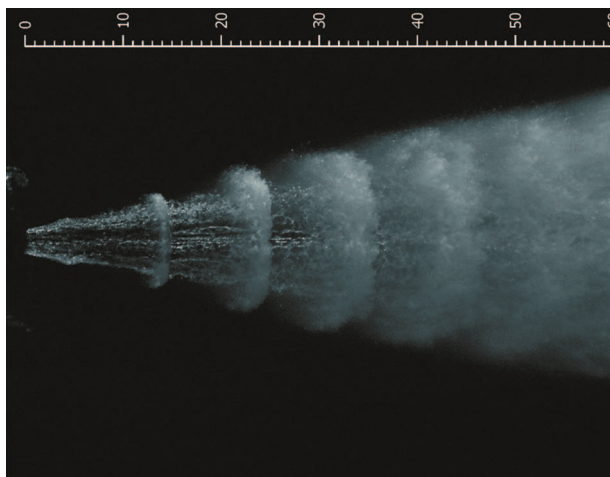
### *Intensification of high-speed water jet effects*

Research activities are directed at the study of the dynamic behaviour of pulsating water flow, the definition of the natural relationship of the processes of excitation and propagation of high-frequency pressure pulsations in liquid, and their utilization for a generation of pulsating high-speed liquid jets.

Complex dynamic processes occurring during the excitation and propagation of high-frequency pressure pulsations in liquid are studied both theoretically, with the aid of numerical simulations and CFD (Computational Fluid Dynamics) methods, and experimentally, using the direct measurement of the frequency and amplitude of dynamic pressure in a high-pressure system as well as stagnation force generated by the impact of the pulsating jet.

The process of forming the pulse in a high-speed water jet downstream from the nozzle exit is studied with the aid of PIV (particle image velocimetry) and shadowgraph methods. The interaction of the pulsating jet with the material is studied using optical methods and image analysis to define both the processes occurring during the interaction and the properties of surfaces created by the effects of the pulsating jet. The cutting and disintegration effects of the pulsating water jets are tested on various materials to compare their performance with continuous jets and, eventually, with other technologies.

The objective of the research is to understand the fundamental processes of the generation and transmission of pressure pulsations in a high-pressure system, the formation of a pulsating jet and its interaction with material.



Pulzující plochý paprsek vytékající z trysky (20 MPa, ekv. průměr trysky 1.5 mm) / Pulsating flat jet escaping from the nozzle (20 MPa, eq. nozzle diameter 1.5 mm)

### *Abrasive materials for abrasive water jets*

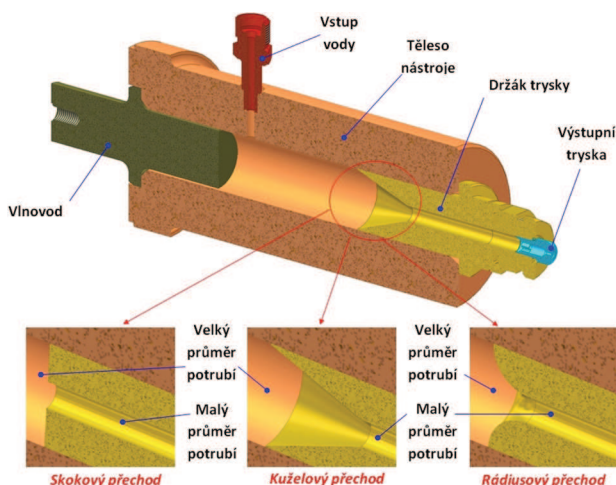
This topic covers research in the area of new abrasive materials (both natural and artificially produced). The properties and behaviour of abrasive particles in the processes of generating of abrasive water jets and material cutting are studied.

Naší snahou je definovat rozhodující vlastnosti z hlediska maximalizace řezného výkonu a minimalizace opotřebení zaostřovací trysky, ekonomických nákladů a negativních dopadů na pracovní a životní prostředí. Cílem řešení je vývoj nové generace abrazivních materiálů.

### Numerické modelování proudění

Proudění tekutiny v trysce sloužící ke generování vodního paprsku představuje jednu z hlavních aplikací numerické simulace. Vytvořené modely umožňují sledovat chování kapaliny v trysce a na výstupu z ní. Na základě získaných poznatků je celá konstrukce dále optimalizována tak, aby daná soustava pracovala s co nejvyšší účinností. Provedené úpravy jsou ověřovány laboratorními experimenty. Pro výpočty proudění tekutin a pevnostní analýzy daných konstrukčních dílů a sestav je používán software ANSYS.

Software ANSYS je využíván rovněž pro řešení úkolů ve spolupráci s průmyslem. Nabízíme pomoc v široké oblasti proudění tekutin a v oblasti pevnostních výpočtů. Jsme schopni se podílet na řešení různých problémů jako například proudění stlačitelných plynů nebo kapalin, směsné a vícefázové proudění, spalování, výměna tepla, atd.



Návrh nástroje pro řezání pulzujícím vodním paprskem s různými variantami přechodové oblasti - podklady k numerickému modelování / Proposal of tool for cutting by pulsating water jet with various variants of transitional area - base for numerical modelling

### Studium topografie a kvality povrchů

V této oblasti je výzkum zaměřen na studium vlivu technologických parametrů na topografii (drsnot, vlnitost, apod.) povrchu. Jsou rovněž studovány možnosti ovlivnění vlastností povrchových vrstev materiálů tradičními způsoby obrábění, aplikací kapalinového paprsku apod. (ošetření betonových povrchů pro následnou sanaci, příprava vhodného kotvícího profilu, zpevňování povrchových vrstev, odstraňování zbytkových napětí, užité a estetické vlastnosti povrchů atd.).

Kromě toho jsou zkoumány vlivy parametrů technologie řezání na topografii povrchu s cílem eliminovat

The solutions to problems associated with the preparation, testing and recycling of abrasives is also represented in this field of activity.

The research is aimed at the definition of the crucial properties of abrasive materials from the point of view of both maximizing the cutting performance and minimizing the wear of the cutting head, the economic cost, and the negative impacts on the working and living environment. The objective of the research is the development of a new generation of abrasive materials.

### Numerical simulation of flow

Compressible liquid flow in the nozzle for high-speed water jet generation represents the main application of numerical simulation in the department. Models, created using ANSYS software, allow for the study of liquid behaviour within the nozzle and downstream from the nozzle exit. Subsequently, the whole final assembly is optimized to obtain the best efficiency of the simulated system. Created modifications are verified by laboratory experiments.

Knowledge and skills obtained while using ANSYS software are also utilized for solving problems in cooperation with industry. The department offers help in a wide area of liquid flow and stress analysis. Our researchers are able to participate in the solution of various problems from the flow of compressible fluids through mixture and multiphase flows to combustion and heat exchange, etc.

### Study of topography and quality of surfaces

This research is aimed at the study of the effects of technological parameters on the surface topography (roughness, waviness, etc.). The possibilities of influencing the properties of material surface layers by traditional machining methods, the application of liquid jet, etc. (the treatment of concrete surfaces for following repair work, the preparation of a suitable anchor profile, the hardening of the surface layers, the removal of residual stresses, usable and aesthetic qualities of surfaces, etc.) are also studied.

The effects of the parameters of cutting technology on the surface topography are studied in order to eliminate any negative effects of the technology on the properties of a work-piece. The relationships between force effects of the cutting technology on material, vibration, fluctuation in the operating pressure (in the case of water jets), acoustic emissions, etc. and the topography of the machined surface are searched for.

### New areas of high-speed water jet utilization

This research is oriented primarily towards the use of the abrasive water jet to enable the machining (turning, milling, polishing, drilling, etc.) of difficult-to-machine and non-machinable materials, such as

negativní vlivy technologie na vlastnosti obrobku. Jsou hledány vazby mezi silovým působením řezné technologie na materiál, vibracemi, kolísáním pracovního tlaku (u vodních paprsků), akustickými emisemi atd. a topografií obrobené plochy.

#### *Nové oblasti využití vysokorychlostního vodního paprsku*

Výzkum v této oblasti je soustředěn především na obrábění abrazivním paprskem s cílem umožnit obrábění (soustružení, frézování, leštění, vrtání apod.) těžkoobrobitelných a neobrobitelných materiálů (kompozity, konstrukční keramika, vysokopevnostní slitiny, sklo, horniny apod.).

Do této oblasti spadá i přesné obrábění abrazivním vodním paprskem pro dosažení optimální tvarové a rozměrové přesnosti součásti bez nutnosti dalšího obrábění. Zvýšení přesnosti finálních výrobků lze docílit přesnějším polohovacím zařízením, pomocí 3D naklápečí hlavice, která eliminuje úkos, vhodným výběrem trysek, abraziva apod.

Dále jsou studovány možnosti přípravy minerálních a keramických prekurzorů pro přípravu nanočástic a nosičů nanočástic se specifickými vlastnostmi pomocí dezintegrace vysokorychlostním vodním paprskem a využití vodních paprsků k ultrajemnému mletí a dezintegraci materiálů v oblasti produkce mikronových a submikronových částic.

#### **Vybrané vědecké a aplikační výsledky**

##### *Generování pulzujícího vodního paprsku pro dezintegraci materiálu*

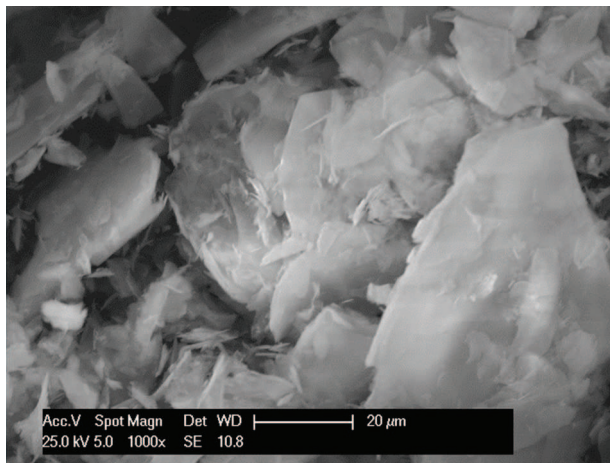
Generováním dostatečně velkých tlakových pulzací tlakové kapaliny před výstupem z trysky je možno vytvářet kapalinový pulzující paprsek, který z trysky vystupuje jako kontinuální a do pulzů se formuje až v určité vzdálenosti od výstupu. Výhodou pulzujícího paprsku oproti kontinuálnímu je skutečnost, že při dopadu jednotlivých pulzů se na dopadové ploše cyklicky generuje impaktní tlak, který je několikanásobně vyšší než stagnační tlak generovaný dopadem kontinuálního paprsku za jinak stejných podmínek. Vlivem účinků pulzujícího paprsku navíc dochází k únavovému a smykovému namáhání materiálu cyklickým zatěžováním dopadové plochy a působením radiálního vysokorychlostního toku kapaliny po povrchu, což dále zvyšuje jeho účinnost v porovnání s paprskem kontinuálním.

Proto byl výzkum zaměřen na uvedenou oblast a pracovníci oddělení vyvinuli a intenzivně testovali originální metodu generování pulzujícího kapalinového paprsku, která spočívá ve vytváření akustických vln působením akustického budiče na tlakovou kapalinu a v jejich přenosu vysokotlakým systémem k trysce. Několikaletý výzkum v oblasti studia zákonitostí šíření akustických vln (či vysokofrekvenčních tlakových pulzací) v kapalině vysokotlakým systémem a jejich vlivu na generování a

composites, ceramics, high-strength alloys, glass, rocks, etc.

Precise machining by an abrasive water jet to obtain the optimal geometrical and dimensional accuracy of a work-piece without the need for further machining represents another research activity in this area. Increased accuracy of final work-pieces can be achieved by using a more precise cutting head manipulator, a 3-D swing cutting head eliminating chamfer, an appropriate selection of nozzles, abrasives, etc.

The possibilities of preparing mineral and ceramic precursors for the synthesis of nanoparticles and carriers of nanoparticles with specific properties using disintegration by high-speed water jets, and the utilization of high-speed water jets for ultra-fine grinding and disintegration of materials in the area of production of micron and submicron particles, are also studied.



Částice slídy po mletí vodním mlýnkem na bázi vodního paprsku (tlak vody 300 MPa), i po mletí zachována vrstevnatá struktura / Mica particles after milling by water jet mill (water pressure 300 MPa), preserved foliaceous structure after milling

#### **Selected scientific and application results**

##### *The generation of a pulsating water jet for the disintegration of material*

The generation of sufficiently high pressure pulsations in pressure water upstream from the nozzle exit enables the creation of a pulsating liquid jet that emerges from the nozzle as a continuous stream, and it forms into pulses at a certain stand-off distance from the nozzle exit. The advantage of such a pulsating jet over the continuous one is based on the fact that the initial impact of pulses on the target surface generates cyclically an impact pressure that is several times higher than the stagnation pressure generated by the action of a continuous stream under the same working conditions. In addition, the action of a pulsating jet also induces both fatigue and shear stresses in the target material due to the cyclic loading of the target surface and the radial high speed flow across the surface. This further improves the efficiency of the



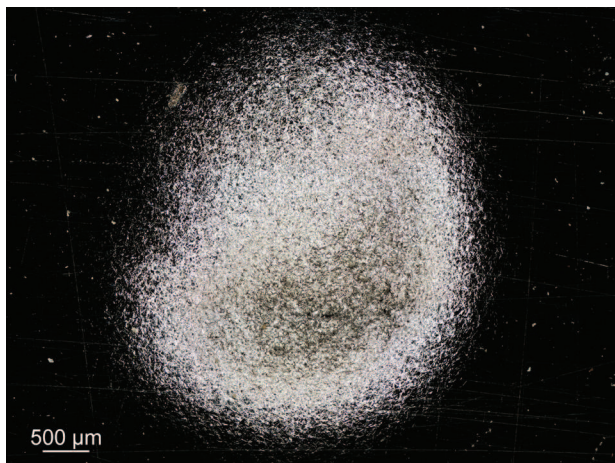
vlastnosti pulzujícího vodního paprsku byl korunován udělením českého a následně také evropského a amerického patentu.

Výsledek byl publikován mezi vybranými výsledky badatelského a cíleného výzkumu ve Výroční zprávě o činnosti AV ČR za rok 2008.

#### *Akustický generátor tlakových pulzací*

Na výše uvedený výsledek bylo navázáno vývojem a výrobou akustického generátoru tlakových pulzací pro pracovní tlaky až 150 MPa s frekvencemi buzení 20 a 40 kHz. S využitím metod CFD a FEM byl optimalizován vnitřní profil generátoru s ohledem na maximální zesílení tlakových pulzací v kapalině před jejím výtokem z trysky a navržen nový tvar příruby ultrazvukové sonotrody, který redukuje nežádoucí přenos ultrazvukových vibrací do těla generátoru.

Dosažené výsledky vedly k podepsání exkluzivní licenční smlouvy o jejich využití s renomovaným německým výrobcem vysokotlakých zařízení.



Mikrofotografie stopy erodované v povrchu nerezové oceli po 21 250 impaktech pulzujícím vodním paprskem. Pracovní tlak vody 30 MPa, průměr vodní trysky 1,60 mm, vzdálenost trysky od povrchu 50 mm / Micrograph of eroded mark on stainless steel surface after 21 250 impacts of pulsating water jet. Operating water pressure 30 MPa, nozzle diameter 1.60 mm, standoff distance 50 mm

Výsledek byl publikován mezi vybranými výsledky badatelského a cíleného výzkumu ve Výroční zprávě o činnosti AV ČR za rok 2010.

#### *Odstraňování degradovaných povrchových vrstev betonu vysokorychlostními vodními paprsky*

Ve spolupráci s VUT Brno a VŠB-TU Ostrava byly připraveny laboratorní experimenty odstraňování degradovaných povrchových vrstev betonů pomocí vysokorychlostních kontinuálních a pulzujících vodních paprsků. Byly zhotoveny betonové bloky přesně definovaných vlastností, z nichž část byla uložena či podrobena cyklickému zatěžování v různých korozivních prostředích (působení mrazu, působení chemických rozmrazovacích látek, dlouhodobé působení chloridů, dlouhodobé působení síranů, dlou-

pulsating liquid jet in comparison with the continuous one.

Therefore, the research was aimed at the above mentioned area and, as a result, an original method of a pulsating liquid jet generation was developed and tested extensively. The method is based on the generation of acoustic waves by the action of the acoustic actuator on the pressure liquid and their transmission via a pressure system to the nozzle. Research of the fundamentals of the process of excitation and the propagation of acoustic waves (and/or high-frequency pressure pulsations) in liquid via a high-pressure system and their influence on the formation and properties of a pulsating liquid jet was crowned by the granting of a Czech patent and the completion of a license agreement for the manufacturing of one piece of an acoustic generator of pressure pulsations.

The result was included in selected results of the basic and targeted research in the Annual Report of the ASCR in 2008.

#### *Acoustic generator of pressure pulsations*

The development and manufacturing of an acoustic generator of pressure pulsations for an operating pressure up to 150 MPa with excitation frequency of 20 and 40 kHz is continuation of the above mentioned results. The internal profile of the generator was optimised with respect to the maximum amplification of pressure pulsations in the liquid upstream from the nozzle exit using the CFD and FEM methods. In addition, a new shape of the ultrasonic sonotrode flange was designed to reduce the undesirable transmission of ultrasonic vibrations into the generator body.

The results obtained led to the signing of an exclusive license agreement on their usage with a renowned German manufacturer of high-pressure equipment.

The result was included in the selected results of basic and targeted research in the Annual Report of the ASCR in 2010.

#### *Removal of degraded surface layers of concrete by high-speed water jets*

Laboratory experiments, concerned with the removal of degraded surface layers of concrete by high-speed continuous and pulsating water jets, were prepared in cooperation with the Brno University of Technology and VSB-TU Ostrava. Concrete blocks of precisely-defined properties were created; some of them were stored or tested by cyclic loading in different corrosive environments (freezing effect, the effect of chemical defreezing agents, the long-term effects of chlorides, sulphates and nitrates). Several testing samples were left as reference samples, i.e. not exposed to any corrosive environment.

hodobé působení dusičnanů). Několik zkušebních vzorků bylo ponecháno jako referenční, nebyly tedy vystaveny žádnému korozivnímu prostředí.

Pulzující paprsek dosáhl ve všech případech vyšší účinnosti v porovnání s odpovídajícím paprskem kontinuálním za stejných pracovních podmínek. Poměry mezi objemem odstraněným ze zkušebního vzorku betonu pulzujícím a kontinuálním paprskem se však značně lišil na základě druhu a stupně degradace vzorku a podle parametrů řezání. Zatímco kontinuální paprsky odstraní za daných zkušebních podmínek většinou pouze povrchovou část cementového kamene, pulzující paprsky pronikají do větších hloubek a odstraní cementový kámen až na kamenivo. I při nízkých tlacích vody jsou schopny selektivně odstranit degradovanou vrstvu betonu a zachovat „zdravý“ beton pro následnou aplikaci sanačních vrstev a malt. Větší drsnost betonového substrátu ošetřeného pulzujícími paprsky navíc přispívá k vyšší přídržnosti nově aplikovaných vrstev.

#### *Numerický model vysokotlakého systému s akustickým budičem*

Byly zpracovány numerické modely vysokotlakého systému s integrovaným akustickým generátorem tlakových pulzací, aby bylo možno teoreticky studovat proces buzení a šíření tlakových pulzací tímto systémem. Výsledky numerické simulace procesu akustického generování tlakových pulzací a jejich šíření ve vybraných geometriích vysokotlakého systému ukázaly, že i relativně složité geometrie zahrnující jedno nebo dvě zalomení nebo relativně dlouhý kapalinový vlnovod, umožňují šíření tlakových pulzací od zdroje až k trysce. Velikost těchto pulzací před tryskou je možno významně ovlivnit vhodnou volbou rozměrů jednotlivých částí vysokotlakého systému a jeho naladěním do rezonance.

#### *Abraziva pro technologie vysokorychlostního vodního paprsku*

Abrazivní materiály byly zhodnoceny jak z hlediska mineralogického a petrologického, tak také z hlediska jejich chování v procesu generování abrazivního vodního paprsku a při působení na rozpojovaný materiál. Byly vypracovány metodiky pro hodnocení vstupních vlastností abrazivních koncentrátů, řezného výkonu abraziva na referenčních materiálech, opotřeбенí zaostřovací trubice, metodika pro popis a morfologickou analýzu zrna a řezných stop v makro- a mikroměřítku pomocí obrazové analýzy.

Dalším původním výsledkem je stanovení biologické škodlivosti respirabilní frakce prachu, která vzniká dezintegrací přírodních a syntetických abraziv a minerálů skupiny křemene při aplikaci abrazivního vodního paprsku. Práce přispěla k formulování přetrvávajících problémů a nových témat pro další výzkum v této oblasti.



Ukázka ploch vytvořených třemi průchody plochého kontinuálního (vlevo) a plochého pulzujícího paprsku (vpravo) vedle sebe na vzorku betonu (tlak vody 30 MPa, ekvivalentní průměr trysky 2.05 mm, vzdálenost vzorku od trysky 40 mm, rychlost řezání 0.2 m.min<sup>-1</sup>) / Example of surfaces created by three passes side by side of both flat continuous (left) and flat pulsating (right) jets on concrete sample (water pressure 30 MPa, equivalent nozzle diameter 2.05 mm, stand off distance 40 mm, cutting speed 0.2 m.min<sup>-1</sup>)

The pulsating jet achieved a higher efficiency in all cases compared to a continuous jet under the same working conditions. However, the ratio of volume removed from the concrete test sample by both pulsating and continuous jets varied considerably according to the type and degree of sample degradation and the cutting parameters. While continuous jets removed only the upper part of the cement paste, pulsating jets penetrated deeper and removed cement paste to aggregates at given testing conditions. Thus, pulsating jets are able to remove selectively degraded concrete layers and preserve “healthy concrete”, following the application of repair coatings and mortars also at low water pressures. A higher roughness of the concrete substrate treated by pulsating jets leads to the better adhesion of newly applied layers.

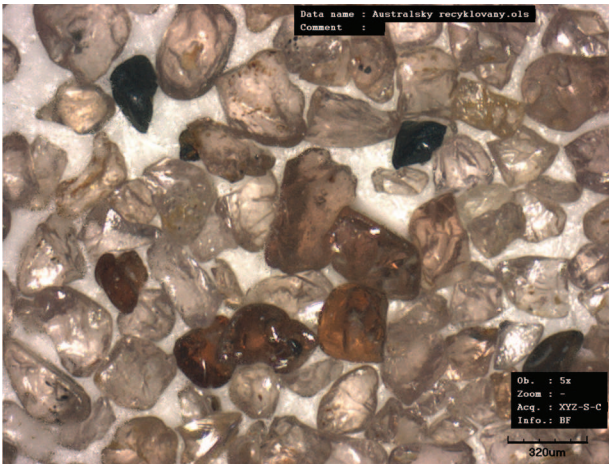
#### *Numerical models of high pressure systems with an acoustic actuator*

Numerical models of high pressure systems with an integrated acoustic actuator of high pressure pulsations were created. They allowed for the theoretical study of the processes of excitation and propagation of pressurised pulsations. The results of the numerical simulation of pressurised pulsations demonstrate that relatively complicated geometries with one or two L-bows or relatively long liquid waveguide allow for the propagation of pressure pulsations from the source to the nozzle. The intensity of pulsations upstream from the nozzle exit can be substantially affected by defining the dimensions of the separate parts of the high-pressure system and its tuning to resonance.

#### *Abrasives for high-speed water jet technologies*

Abrasive materials were evaluated from both mineralogical and petrological points of view, as well as





Morfologie zrn australského recyklovaného granátového koncentrátu / Morphology of grains of recycled Australian garnet concentrate.

### Aplikační výsledky

Dosažené výsledky a získané zkušenosti byly ve spolupráci s průmyslovými partnery využity v celé řadě aplikací technologie vysokorychlostních vodních paprsků. Byly prováděny zkoušky řezání a obrábění celé škály materiálů, již zmíněného odstraňování vrstev při sanacích betonových konstrukcí, či odstraňování a úpravy povrchových vrstev materiálů. Mezi speciální aplikace patří například návrh technologie dezintegrace tuhého paliva rakety SS-23 pomocí vysokorychlostních vodních paprsků nebo návrh bezodpalové likvidace náloží umístěných ve vrtech pro seismický průzkum, opět s využitím vodních paprsků.

Na základě udělených patentů byla s renomovaným německým výrobcem vysokotlakých zařízení podepsána exkluzivní licenční smlouva zaměřená na využití patentovaného řešení generování tlakových pulzací ve vysokotlakém systému pro generování pulzujících vodních paprsků.



Řezání vnitřní části železničního kola abrazivním vodním paprskem / Cutting of the inner part of railway wheel by abrasive water jet

from the point of view of their behaviour during the process of abrasive water jet generation and its action on the material to be cut. Methodologies for the assessment of the initial properties of abrasive concentrates, their cutting efficiency in reference materials, and wearing effects on the focusing tube, were developed together with the methodology of the description and morphological analysis of grains and cutting kerfs in macro- and micro-scales by image analysis.

The determination of biological noxiousness of respirable dust fraction resulting from disintegration of natural and synthetic abrasives and minerals of the quartz group during the application of an abrasive water jet represents another original result of the research. The work contributed to the formulation of both enduring problems and new themes for further research in the above mentioned area.

### Application results

The results and knowledge attained were used in cooperation with industrial partners in a number of applications of the high-speed water jet technology. Tests of cutting and machining of the whole range of materials, the above-mentioned removal of layers in the rehabilitation of concrete structures or the removal and treatment of the surface layers of materials. The proposal of a technology of SS-23 missile grain disintegration using high-speed water jets or the proposal of a technology of non-firing liquidation of explosive charges situated in wells drilled for seismic surveys ranks among the special applications of water-jetting.



Aplikace vysokorychlostního vodního paprsku při likvidaci paliva balistické rakety krátkého doletu SS-23 / Application of high-speed water jet for dismantling of grain of ballistic short-range missile SS-23

Based on the patents granted, an exclusive license agreement concerning the utilization of a patented solution of the generation of pressure pulsations in the high-pressure system to produce pulsating water was signed with a renowned German manufacturer of high-pressure equipment.

## Přístrojové vybavení

Vysokotlaká čerpadla: plunžrové čerpadlo Hammelmann HDP 253 (max. pracovní tlak 160 MPa, maximální průtok 67 l/min) a čerpadlo PTV75-60 se dvěma multiplikátory tlaku (pracovní tlak 40 - 415 MPa, max. průtok 7,8 l/min při 415 MPa)

Robot ABB IRB 6640-180//2.55 Master pro manipulaci s řeznou hlavou vodního paprsku

Řezací stůl X-Y PTV WJ2020-2Z-1xPJ - 2D s naklápěcí řeznou hlavou, speciálně navržený pro řezání vodním a abrazivním vodním paprskem

Systém pro vizualizaci a měření rychlostních polí proudění (2x PIV kamera Imager Pro X 2M CCD s příslušenstvím, dvojpulzní laser s příslušenstvím a optikou pro tvorbu světelného řezu NL 135-15 PIV, vysokorychlostní kamera HighSpeedStar 3G CMOS s příslušenstvím, řídicí počítač se software DaVis)

Optický profiloměr FRT MicroProf

Laserový analyzátor velikosti částic Fritsch Analysette 22 NanoTec

Výpočetní systém pro modelování proudění vybavený CFD software ANSYS

## Laboratory equipment

High-pressure pumps: plunger pump Hammelmann HDP 253 (max. operating pressure of 160 MPa, maximum flow of 67 l/min) and PTV75-60 pump with two pressure intensifiers (operating pressure of 40 - 415 MPa, max. flow of 7.8 l/min at 415 MPa)

Robot ABB IRB 6640-180//2.55 Master for handling of water jet cutting head

X-Y cutting table PTV WJ2020-2Z-1xPJ - 2D with inclinable cutting head, specially designed for cutting with water and abrasive water jet

System for visualisation and measurement of velocity fields of the flow (2x PIV camera Imager Pro X 2M CCD with accessories, double-pulse laser with accessories and optics for creation of light sheet NL 135-15 PIV, high-speed camera HighSpeedStar 3G CMOS with accessories, control computer with DaVis software)

Optical profilometer FRT MicroProf

Laser particle sizer Fritsch Analysette 22 NanoTec

Computing system for modelling of the flow using CFD software ANSYS

## Projekty řešené v posledních letech / Recently solved projects

Studium interakce složek cementových kompozitů při působení vysokých teplot / Study of interactions of components of cementitious composites exposed to high temperatures, 2012 - 2015, GA CR, P104/12/1988.

Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin / Institute of clean technologies for mining and utilization of raw materials for energy use, 2011 - 2014, RDIOP, CZ.1.05/2.1.00/03.0082.

Speciální aplikace použití vysokotlakého vodního paprsku a vývoj environmentálně příznivých technologií minimalizujících spotřebu surovin a energií / Special application of using of the high pressure water jet and development of environmentally friendly technologies minimizing the consumption of raw materials and power, 2011 - 2014, MPO TIP, FR-TI3/733.

Vodní paprsek 2011 / Water Jet 2011, 2011, International Visegrad Funds, 11110008.

Akustický generátor pro generování pulzujícího vodního paprsku / Acoustic generator for generation of a pulsating water jet, 2010 - 2011, Moravian-Silesian Regional Authority, 01673/2010/RRC.

Studium procesu generování a šíření tlakových pulzací ve vysokotlakém systému / Study of the process of generation and propagation of pressure pulsations in high-pressure system, 2007 - 2009, GA CR, 101/07/1451.

Modelování procesu porušování degradované vrstvy stavebních materiálů při jejich úpravě před sanačním zásahem / Modelling of the disintegration process of the degraded layer of construction materials during their preparation for repair action, 2007 - 2009, GA CR, 103/07/1662.

Nová technologie pro čištění a odstraňování povrchových vrstev a sanace betonových konstrukcí / Novel technique for cleaning and removal of surface layers and repair of concrete structures, 2005 - 2008, ASCR, 1QS300860501.

## Vybrané publikace / Selected publications

Hloch, S., Valíček, J. Topographical anomaly on surfaces created by abrasive waterjet. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2012, Roč. 58, s. 1-12.

Hlaváč, L.M., Bodnárová, L., Janurová, E., Sitek, L. Comparison of continuous and pulsing water jets for repair actions on road and bridge concrete. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, Vol. 7, No. 1, 2012, pp. 53 - 59.

Sitek, L., Foldyna, J., Martinec, P., Ščučka, J., Bodnárová, L., Hela, R. Use of pulsating water jet technology for removal of concrete in repair of concrete structures. Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, 2011, Roč. 6, č. 4, s. 235-242.

Hloch, S., Tozan, H., Yagimli, M., Valíček, J., Rokosz, K. Using waterjet in reverse logistic operations in discarded munitions processing. *Technický vjesník - Technical Gazette*, 2011, Roč. 18, č. 2, s. 267-271.

Hloch, S., Valíček, J., Kozak, D. Preliminary results of experimental cutting of porcine bones by abrasive waterjet. *Technický vjesník - Technical Gazette*, 2011, Roč. 18, č. 3, s. 467-470.

Hela, R., Bodnárová, L., Sitek, L., Foldyna, J. High-speed water jet technology for renovation of concrete structures - new trends and possibilities. *Cement Wapno Beton*, 2010, Roč. 15, č. 5, s. 268-278.

Remesat, D., Říha, Z. Consider CFD analysis to support critical separation operations. *Hydrocarbon Processing*, 2010, Roč. 89, č. 5, s. 25-31.

Hreha, P., Hloch, S., Magurová, D., Valíček, J., Kozak, D., Harničárová, M., Rakin, M. Water Jet Technology Used in Medicine. *Technický vjesník - Technical Gazette*, 2010, Roč. 17, č. 7, s. 237-240.

Foldyna, J., Sitek, L., Ščučka, J., Martinec, P., Valíček, J., Páleníková, K. Effects of pulsating water jet impact on aluminium surface. *Journal of Materials Processing Technology*, 2009, Roč. 2009, č. 20, s. 6174-6180.

Hlaváček, P., Valíček, J., Hloch, S., Greger, M., Foldyna, J., Ivandič, Ž., Sitek, L., Kušnerová, M., Zeleňák, M. Measurement of Fine Grain Copper Surface Texture Created by Abrasive Water Jet Cutting. *Strojarstvo*, 2009, Roč. 51, č. 4, s. 273-279.

Foldyna, J., Sitek, L., Habán, V. Acoustic wave propagation in high-pressure system. *Ultrasonics*, 2006, Roč. 44, -, s. 1457-1460.

Foldyna, J., Sitek, L., Švehla, B., Švehla, Š. Utilization of ultrasound to enhance high-speed water jet effects. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2004, Roč. 11, -, s. 131-137.

Turčániová, L., Kádárová, J., Imrich, P., Liptaj, T., Vidlár, J., Vašek, J., Foldyna, J., Sitek, L., Baláž, P. Reactivity of mechanical activated coals for special utilization. *Journal of Materials Science*, 2004, Roč. 39, 16-17, s. 5467-5470.

Martinec, P., Foldyna, J., Sitek, L., Ščučka, J., Vašek, J. *Abrasives for AWJ Cutting*. Ostrava : ÚGN AV ČR, 2002. 84 s.

## **Patenty / Patents**

Foldyna, J., Švehla, B. Method of generation of liquid jet pulsations and apparatus for implementation of this method. *Evropský patent EP186360*, European Patent Office, 2011.

Foldyna, J., Švehla, B. Method of generation of pressure pulsations and apparatus for implementation of this method. *US patent US7,934,666*, United States Patent and Trademark Office, 2011.

Bortolussi, A., Ciccu, R., Foldyna, J., Sitek, L. Procedimento di trattamento di materiali, in particolare materiali lapidei, mediante getti di fluido pulsanti ed apparato per l'esecuzione di tale procedimento. *Italský patent IT0001388844*, 2011.

Foldyna, J., Švehla, B. Method of generation of pressure pulsations and apparatus for implementation of this method. *US patent US7740188*, United States Patent and Trademark Office, 2010.

Foldyna, J., Švehla, B. Způsob generování tlakových pulzací a zařízení pro provádění tohoto způsobu. *Patent č. 299412*, Úřad průmyslového vlastnictví, 2008.

# Oddělení geomechaniky a báňského výzkumu

## Department of geomechanics and mining research

**Vedoucí / Head** RNDr. Lubomír Staš, CSc.

**Tým / Staff** Ing. Hana Doležalová, Ph.D., Anna Dombková, Lucie Georgiovská, RNDr. Karel Holub, DrSc., Ing. Karel Hortvík, Ph.D., RNDr. Jan Chura, Ing. Vlastimil Kajzar, Tomáš Kaláb, prof. RNDr. Zdeněk Kaláb, CSc., Ing. Jaromír Knejzlík, CSc., Ing. Petr Koniček, Ph.D., Ing. Radovan Kukutsch, Ph.D., Ing. Markéta Lednická, Ph.D., Jaroslav Makovský, Ing. Zdeněk Michalec, Zdeněk Nohejl, Ing. Jiří Ptáček, Ph.D., Ing. Zdeněk Rambouský, Jana Rušajová, Tomáš Rutar, Ing. Kamil Souček, Ph.D., Bc. Vendula Stašová, Ing. Martin Stolárik, Ph.D., Ing. Měčislav Suchánek, Ing. Jarmila Šimkovičová, doc. Ing. Richard Šňupárek, CSc.

Oddělení geomechaniky a báňského výzkumu navazuje na výzkumné směry, které jsou v Ústavu geoniky rozvíjeny od jeho založení - napětí v horninovém masivu a jeho projevy, stabilita důlních děl, aplikace v hornictví a geotechnice. Dále se rovněž rozvíjí výzkum v dalších oblastech od ovlivňování vlastností horninového masivu až po využití metod počítačové tomografie. V roce 2012 došlo ke sloučení s Oddělením geofyziky s cílem provázat a sjednotit aktivity v in situ výzkumu horninového masivu a zemské kůry, včetně metod monitoringu procesů probíhajících v geologickém prostředí. Tím se výrazně rozšířil výzkumný záměr oddělení.

### Hlavní témata výzkumu

Vědecká náplň oddělení se zaměřuje převážně na výzkum geomechanických a geofyzikálních procesů v zemské kůře. Mimo procesy přirozené jsou středem zájmu zejména procesy vyvolané lidskou činností spojenou s využíváním zemské kůry. V rámci řešení různých problematik (např. měření a interpretace napěťových polí, pozorování a interpretace seizmicity v oblasti severní Moravy) se provádí dlouhodobý vědecký výzkum, který je doplněn o řešení aktuálních praktických problémů v oblastech hlubinného dobývání ložisek, podzemních konstrukcí, zásobníků, podzemního ukládání vyhořelého jaderného paliva, CO<sub>2</sub> apod.

Pracovníci oddělení jsou zapojeni do řady výzkumných i aplikačních projektů. Zvláště významná je účast v projektu „Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin“ (ICT), jehož nositelem je VŠB-TU Ostrava. Zapojení do tohoto projektu s sebou přineslo mj. vybudování specializované laboratoře tomografického výzkumu hornin a dalších materiálů. Další velké projekty jsou zaměřeny na výstavbu podzemních úložišť ať již radioaktivních odpadů, tak i energetických surovin (plyn, stlačený vzduch) a problematiku bezpečné těžby surovin.

#### *Výzkum napěťových a deformačních stavů horského masivu*

Jedná se o zjišťování prostorové distribuce, velikosti a orientace přirozeného i indukovaného napěťového pole v závislosti na geologické a tektonické situaci, antropogenních aktivitách v masivu a ana-

The department continues to do research in both directions, which have been pursued at the institute since its inception (rock mass stress and its effects, the stability of mining conditions, applications in mining and geotechnics) but also develops research in other fields, from influencing the rock mass properties to the use of methods of computer tomography. In 2012, a merging with the Department of Geophysics occurred with the aim of interconnecting activities in the research of in-situ rock mass and the Earth's crust and methods of monitoring processes in the geological environment. This made the research plans even broader.

### Main research topics

The department focuses on the research of the geomechanical and geophysical processes in the Earth's crust. They are both natural processes, but mainly processes induced by human activity associated with the exploitation of the Earth's crust. The department has carried out both long-term scientific research (e.g. the measurement and interpretation of stress fields, the observation and interpretation of seismicity in Northern Moravia), as well as practical solutions to current problems in the areas of the underground mining of deposits, underground constructions, reservoirs, the underground storage of spent nuclear fuel, CO<sub>2</sub>, etc.

The department staffs are involved in many research and application projects. Particularly important is the participation in the project “The Institute of clean technologies for the extraction and use of energy resources”, (ICT) with joint participation from the Technical University of Ostrava. Involvement in this project provides for; inter alia, the building of a special laboratory for the tomographic research of rocks and other materials. Other major projects are focused on the construction of underground repositories, whether radioactive waste or energy resources (gas, compressed air), and the issue of safe mining.

#### *The investigation of stress and strain states in the rock massif*

The aim is the determination of the spatial distribution, size, and orientation of natural and induced



lýzu jeho projevů. Výzkum je zaměřen na:

- x zjišťování skutečného napětového pole v masivu a jeho změn metodou hydroporušování, využitím kuželové tenzometrické sondy a tenzometrických svorníků;
- x geomechanický monitoring, měření deformací podzemních prostor a analýzu stabilitních stavů;
- x aplikaci matematických modelů na geomechaniku a geotechniku s důrazem na zkoumání procesů v horninách a zeminách z inženýrského hlediska;
- x dynamické geomechanické jevy v horském masivu;
- x charakter vlivů geologie a antropogenní podzemní aktivity na pohyby zemského povrchu.



Kuželová tenzometrická sonda pro dlouhodobá měření změn napětí připravená k instalaci / Conical gauge probe for the long-term monitoring of stress changes ready for installation

#### *Výzkum prostředků zpevňování a cílené úpravy vlastností masivu*

Hlavní náplň toho výzkumného směru lze charakterizovat následovně:

- x Rozvoj moderních metod stabilizace masivu zejména chemickými injektážními médii, svorníkováním a kotvením, resp. vzájemnou kombinací.
- x Studium vlastností používaných injektážních médií - chemoreologie, pružnosti, pevnosti, přetvárnosti, propustnost v závislosti na různých parametrech aplikace.
- x Příprava a studium fyzikálně mechanických vlastností vzniklých geokompozitů, včetně adhezní pevnosti.
- x Proudění injektážních hmot v pórovitém a mezerovitém materiálu.
- x Ověřování technologických postupů.
- x Návrhy a hodnocení reálných projektů zpevňování chemickou injektáží, svorníkováním a kotvením, resp. jejich kombinací, z hlediska geotechnického zajištění stability a funkčnosti

stress fields dependant on the geological and tectonic situation, anthropogenic activities in the massif, and the analysis of its manifestations. This research is aimed at:

- x identifying the actual stress field in the rock mass and its changes by hydrofracturing;
- x using the conical gauge probe and gauge studs;
- x geomechanical monitoring, measuring the deformation of the underground spaces, and the analysis of the stability conditions;
- x the application of mathematical models in geomechanics and geotechnics, with an emphasis on examining the processes in rocks and soils from the engineering point of view;
- x dynamic geomechanical phenomena in the rock mass;
- x the influence of geological and anthropogenic activities on the ground motion.

#### *The investigation of reinforcing methods and the projected adjustment of the rock mass properties*

The investigation of reinforcing methods and the projected adjustment of the rock mass properties mean:

- x the development of modern methods of stabilizing the massif, especially by chemical grouting media, bolting and anchoring, or by combination of the two processes, respectively;
- x the study of the properties of used grouting media - chemorheology, elasticity, strength, deformability, penetrability, depending on various parameters of the application;
- x the preparation and study of physico-mechanical properties of the resulting geocomposites, including adhesion strength;
- x grout flow in porous and discontinuous material;
- x the verification of technological procedures;



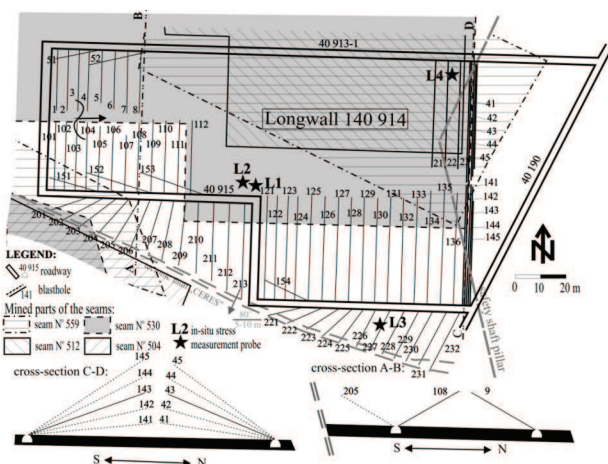
Uhelný geokompozit po zkoušce v prostém tlaku si i přes značné poškození stále udržuje soudržnost / Coal geocomposit after uniaxial test. Although geocomposit is greatly damaged, relative coherence of it is still kept

- x the design and evaluation of real projects of reinforcing by chemical grouting, bolting and

podzemní stavby, měření únosnosti svorníkové výztuže.

### *Výzkum metod cíleného ovlivňování nebezpečných napěťových stavů masivu*

Výzkum je zaměřen na bezvýlomové trhací práce v horninovém masivu, které v podmínkách české části hornoslezské uhelné pánve patří k nejdůležitějším aktivním prostředkům protitřesové prevence. Jsou realizovány v uhelných slojích a v jejich průvodních horninách. Hodnocení účinnosti bezvýlomových trhacích prací ve smyslu uvolnění koncentrací napětí je důležitou součástí protitřesové prevence. Současný systém hodnocení účinnosti je prováděn na základě údajů zjištěných při seizmologickém monitoringu. Výzkum je zaměřen na parametry použitelné pro hodnocení účinnosti (registrovaná seizmická energie, magnitudo, maximální objemové změny v ohniskové oblasti), přírodní podmínky a technické parametry realizovaných bezvýlomových trhacích prací.



Příklad navržené aplikace bezvýlomových trhacích prací na lokalitě Dolu Lazy / Example application of the proposed non-excavating blasting at Lazy Mine

### *Monitorování a interpretace seizmicity na severní Moravě*

Seizmicitu severní Moravy představují jak přirozená zemětřesení, tak důlně indukované jevy. Přirozená zemětřesení jsou monitorována třemi provozovnými soliterními stanicemi a stanicí Ostrava - Krásné Pole (patřící do České regionální seizmické sítě), jež je provozována ve spolupráci s VŠB-TU Ostrava. Interpretovaná data jsou předávána do centra České národní seizmické sítě a jsou k dispozici na webu Ústavu geoniky. Cílem monitoringu je získat informace pro stanovení seizmického režimu severní Moravy. Interpretace dat probíhají v kooperaci s Geofyzikálním ústavem AVČR, Ústavem fyziky Země MU Brno a VŠB-TU Ostrava.

Důlně indukovaná seizmicita z karvinské oblasti je monitorována povrchovými stanicemi. Cílem je přispět ke stanovení vibrací vyvolaných těžbou, experimentálně a výpočty prozkoumat dynamické chování technologických konstrukcí a staveb vysta-

anchoring or a combination of the two, in terms of geotechnical stability and the functionality of the underground structures; measuring of the resistance of bolted reinforcement.

### *The research methods of projected influence of hazardous stress states in the massif*

The focus of this research is on non-excavating blasting in rock masses, which, in the conditions of the Czech part of the Upper Silesian Coal Basin, is one of the most important means of active rock burst prevention. It is implemented in coal seams and accompanying rocks. The evaluation of the effectiveness of non-excavating blasting in terms of releasing concentrations of stress is an important part of rock-burst prevention. The current rating system of efficiency is realized on the basis of data collected from seismic monitoring. The research is focused on the parameters applicable to the evaluation of efficiency (registered seismic energy magnitude, maximum volume changes in the focal area), natural conditions, and the technical parameters of realized non-excavation blasting.

### *Monitoring and interpretation of seismicity in Northern Moravia*

The seismicity of Northern Moravia is caused by natural earthquakes and by mining-induced phenomena. Natural earthquakes are monitored by three solitary stations operated by the Ostrava institutional station Krásné Pole (belonging to the Czech Regional Seismic Network and operated in collaboration with VŠB-TU). Interpreted data are transferred to the centre of the Czech National Seismic Network and are available on the Institute web pages. The aim of monitoring is to obtain information for determining the seismic activity in Northern Moravia. The interpretation of the data is done in cooperation with the Geophysical Institute ASCR, the Institute of Physics of the Earth, Masaryk University Brno, and VŠB - TU Ostrava.

Mining induced seismicity of the Karviná area is monitored by surface stations. The aim is to contribute to the understanding of vibrations induced by mining by experiments and to explore the dynamic behaviour of technological constructions and buildings exposed to the non-stationary dynamic loading of technical seismicity by computer simulations. Part of the research in the Karviná region is the assessment of the influence of local geology on the size of seismic vibrations on the surface.

This operation takes place within the large research infrastructure of CzechGeo / EPOS - A distributed observatory and field measurements of geophysical fields in the Czech Republic.

### *Development of equipment, methods of measurement and monitoring*

This research is related to the development of special equipment - the conical probe for stress



vených nestacionárnímu dynamickému zatížení technickou seizmicitou. Součástí výzkumů na Karvinsku je stanovení vlivu lokální geologie na velikost vibračních projevů na povrchu.

Aktivita je provozována v rámci Velké infrastruktury výzkumu CzechGeo/EPOS - Distribuovaný systém observatorních a terénních měření geofyzikálních polí v České republice.

#### *Vývoj přístrojového vybavení, metod měření a monitoringu*

S výzkumem souvisí vývoj speciálních přístrojů - kuželové sondy pro měření napětí metodou Compact Conical Borehole Overcoring (CCBO) and Monitoring (CCBM), seizmometru pro měření rotační složky seizmických otřesů, metod jejich využití a interpretace měření (mj. užití waveletové transformace v seizmologii).

V historickém Dole Jeroným (u Sokolova) je budován distribuovaný měřicí systém (DMS) s cílem přispět ke studiu geomechanických a geotechnických parametrů hornin a horninových struktur. Výsledným efektem je posouzení stability podzemních prostor, z nichž některé jsou datovány do 16. století. DMS umožňuje měření:

- x seizmického zatížení,
- x změn úrovně hladin důlních vod v zatopených prostorách,
- x fyzikálních vlastností důlních vod,
- x rozevírání puklin bloků horninového masivu, konvergencí, změn geometrie důlních děl (deformace komor)
- x a změn tenzoru napjatosti horninového masivu.

#### *Využití rentgenové počítačové tomografie pro studium hornin a geomateriálů*

Nově, v rámci již zmíněného projektu ICT, bylo na Oddělení geomechaniky a báňského výzkumu založeno a vybudováno pracoviště rentgenové počítačové tomografie. Pracoviště je vybaveno dvěma průmyslovými RTG počítačovými tomografy od fy Nikon Metrology (dříve X-Tek Systems Ltd) umožňující přesnou analýzu a studium vnitřní stavby materiálů. Menší systém XTH 225 pracuje s energií / výkonem RTG zdroje do 225 keV / 225 W a skenované objekty mohou být až o průměru a výšce 0,5 m a vahou do 50 kg. Větší systém XTH 450 2D/3D pracuje s energií / výkonem do 450 keV / 640 W. Toto zařízení je schopno pojmout vzorek o průměru 0,6 m, resp. výšce 0,8 m dosahující hmotnosti až 100 kg. V obou zařízeních jsou plošné detektory s uspořádáním 2000 x 2000 pixelů. Větší ze systémů navíc disponuje liniovým detektorem.

Výzkum s využitím CT bude zaměřen na:

- x studium deformace a způsob porušování geomateriálů v závislosti na jejich stavbě, struktuře a způsobu zatěžování,
- x studium proudění kapalin a plynů v geomateriálech v souvislosti s hydraulickými vlastnostmi

measurement through the method of Compact Conical Borehole Overcoring (CCBO) and Monitoring (CCBM) as well as a seismometer for measuring the rotational component of seismic vibrations, the methods of their use, and the interpretation of measurements (including the use of wavelet transformation in seismology).

In the historical Jeroným Mine (near Sokolov), a distributed measurement system (DMS) is constructed with the aim to contribute to the study of the geomechanical and geotechnical parameters of rocks and rock structures. The final result is the assessment of the stability of the underground spaces, some of which date back to the 16th century. The DMS enables the measurement of:

- x seismic loads,
- x changes in water levels in flooded mine areas,
- x the physical properties of mine waters,
- x the widening of fractures between blocks of rock mass, convergence, changes in the geometry of mining workings (the deformation of spaces),
- x and changes in rock mass stress tensor.

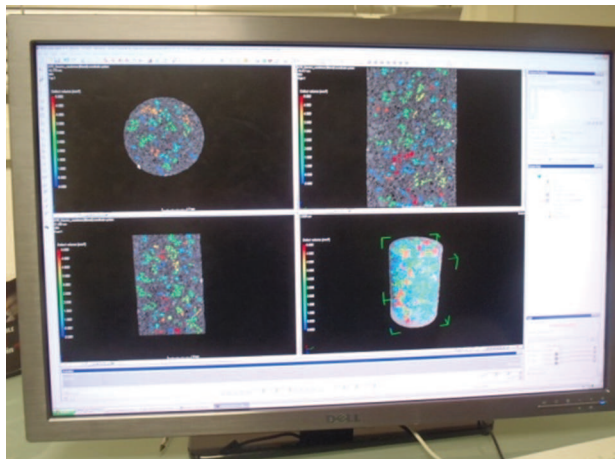


Monitorované prostory historického dolu Jeroným v Čisté / Monitored spaces of historical Jeroným Mine in village Čistá

#### *Using X-ray computer tomography for the study of rocks and geomaterials*

Recently, within the above mentioned ICT project, a laboratory of X-ray computer tomography of geomaterials was established in the Department of Geomechanics and Mining Research. The laboratory is equipped with two industrial X-ray computer tomographs produced by Nikon Metrology (formerly X-Tek Systems, Ltd.) for the accurate analysis and study of the internal structure of materials. The larger system, XTH 450 2D/3D, works with an X-ray source (energy/power) of 450keV / 640W and the scanned objects can go to the diameter/height of 0.6 m / 0.8 m and weight of 100 kg. The smaller system, XTH 225, works with a performance of 225keV / 225W. The maximum weight, diameter, and height of the scanned object is 50 kg / approx. 0.5 m / 0.5 m. Both devices are equipped by planar detectors (2000 x 2000 pixels). The larger system is also equipped with a line detector.

- a rozložení pórového prostoru,
- x studium interakce geomateriálů při svorníkování, injektáži, proudění CO<sub>2</sub> v materiálech apod.
- x určení prostorové charakterizace stavby a struktury geomateriálů (určení porosity, analýza velikosti zrn a jejich zastoupení v geomateriálech, vizualizace vnitřní stavby,
- x popis mikrostruktury pro následné matematické modelování procesů v mikrostruktuře a upscaling.

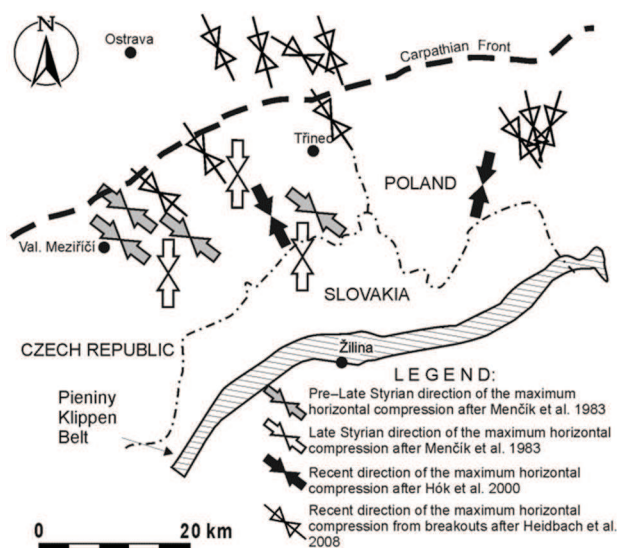


Analýza pórového prostoru pískovcového vzorku / Analysis of the pore space of sandstone specimen

Vzhledem k navržené technické specifikaci CT systémů se nabízí i široké využití v defektoskopii materiálů (ocel, slitiny), kontrole strojírenských součástí apod. Dané zařízení lze využívat rovněž ke studiu biologických materiálů, zkamenělin, ale i v archeologii apod.

## Hlavní výsledky

### Napětové pole v hornoslezské uhelné pánvi



Distribuce napětového pole v oblasti kontaktu Českého masivu a Karpat / Distribution of stress field in the contact area of the Bohemian Massif and the Carpathians

Podařilo se vytvořit unikátní soubor měření horizontálních napětí v české části hornoslezské pánve a



Pracoviště rentgenové počítačové tomografie / Laboratory of X-ray computer tomography

The research using CT will focus on:

- x a study of deformations and the method of geomaterial faulting based on the construction, structure, and method of loading;
- x a study of the flow of liquids and gases in the structure of materials in connection with the distribution of hydraulic properties and pore space;
- x a study of the interaction of geomaterials during bolting, grouting, CO<sub>2</sub> flow in materials, etc.
- x other engineering applications include the spatial characterization of the composition and structure of geomaterials (the determination of porosity, grain size analysis and distribution in geomaterials, visualization of the internal structure,
- x a description of the microstructure for the subsequent mathematical modelling of processes in the microstructure, and upscaling.

The designed technical specification of the CT systems offers a wide range of applications in detecting flaws in materials (steel, alloy), the inspection of engineering components, etc. This equipment can also be used to study biological materials, fossils, for archaeological purposes, etc.

## Main results

### Stress field in the Upper Silesian Coal Basin

A unique set of stress measurements in the Czech part of Upper Silesian Basin was created with knowledge obtained on stress anisotropy ( $\sigma_H \approx \sigma_V$ ,  $\sigma_n \approx 0,5-0,6 \sigma_v$ ) and stress orientation, not only influenced by the major tectonic faults but also by fold structures. The strong influence of the original Variscan tectonic stress has been confirmed, but also the influence of stress and strain induced by Alpine folding processes in the Carpathian nappes placed next to the consolidated platform of the Bohemian Massif. This influence is greater than previously thought. It changes to some degree the view of the meaning and application of tectonic stress in the OKR mining district and specifies the knowledge of stress conditions on the border of two European geotectonic units, the Bohemian Massif and the Carpathians.



získány poznatky o anizotropii napětí ( $\sigma_H \approx \sigma_V$ ,  $\sigma_H \approx 0,5-0,6 \sigma_V$ ), orientaci ovlivněné nejen významnými tektonickými poruchami, ale i vrásovými strukturami. Potvrzuje se silný vliv původních tektonických variských napětí, ale i vliv napěťových a deformčních procesů vyvolaných alpinským vrásněním při nasouvání karpatských příkrovů na konsolidovanou platformu Českého masivu. Tento vliv je větší, než se dosud předpokládalo. To mění do určité míry pohled na význam a uplatnění tektonických napětí v OKR a upřesňuje znalost napěťových poměrů na styku dvou evropských geotektonických jednotek, Českého masivu a Karpat.

#### *Konstrukce a použití kuželové tenzometrické sondy*

Na základě ideové spolupráce s prof. Obarou (Kumamoto University, Japonsko) byla na ústavu vyvinuta koncepčně zcela nová aparatura pro měření napětí kuželovou sondou a to ve variantách měření absolutní velikosti napětí metodou odlehčeného vrtného jádra (CCBO) a měření změn napětí CCBM). Pomocí tenzometrických měření deformací povrchu dna vrtu ve tvaru kužele, umožňuje uvedená sonda získat dostatek informací pro následný numerický výpočet celého tenzoru napětí (jinak je vyžadováno měření ve dvou nerovnoběžných vrtech). Navržená metodika byla mnohokrát úspěšně aplikována a odzkoušena. Při dlouhodobém sledování deformací byla také indikována složka reologické plouživé deformace horninového materiálu. Hardwarové a softwarové vybavení také umožňuje pracovat v různých režimech sledování, od jednotlivých měření až po kontinuální resp. semikontinuální autonomní měření s možností připojení koncentrátoru dat, nebo využití obousměrný dálkový přenos dat např. prostřednictvím GSM nebo Internetu.

#### *3D model zemské kůry v moravsko-slezské oblasti - analýza mikroseizmů*

Vypracování modelu vychází z dostupných seizmických dat, získaných při měřeních na mezinárodních seizmických profilech a s využitím lokální sítě provozované Ústavem geoniky. Jako zdroje seizmických vln byly využívány odstřely v kamenolomu, otřesy indukované těžbou v OKR a přirozená mikrozemětřesení. Inverze dat je založena na 3D seizmické tomografii využívající výhradně P-vln, ale současně zahrnuje i relokizaci mikrozemětřesení, při které jsou využívány jak P-vlny, tak i S-vlny. Aplikaci nového rychlostního modelu lze využít:

- x při lokalizaci vybraných mikrozemětřesení,
- x při stanovování mechanismu vzniku tektonických jevů,
- x při extrapolaci povrchových geologických struktur směrem do hloubky,
- x při korelaci mezi rychlostmi šíření seizmických vln a mezi dalšími parametry geologického prostředí.

Zmíněný rychlostní model je v zásadě prvním prostorovým modelem, který byl sestaven pro úze-

#### *The design and use of conical strain gauge probe*

A stress-measuring conical probe was developed at the Institute in collaboration with Prof. Obara (U Kumamoto). Two variants were developed: for the measurement of absolute stress by the method of overcoring (CCBO), and the measurement of stress changes (CCBM). Using the strain gauge measurements of cone-shaped borehole bottom deformations, the probe allows for the gathering of sufficient information for subsequent numerical calculation of the full stress tensor (otherwise, measurements in two nonparallel boreholes would be required). The methodology is currently applied and tested. Long-term monitoring of deformations also indicated creeping rheological deformation of the rock material. Hardware and software equipment also enables work in different modes of monitoring, from single to continuous measurements or semicontinuous autonomous measurement with the possibility of connection to a data concentrator or the use of two-way data communication, via GSM or via the Internet, for example.



Vzhled kuželové sondy typu CCBM s přenosným datalogerem / The appearance of conical probes CCBM with portable data logger

#### *3-D model of the Earth's crust in the Moravian - Silesian region; analysis of microseisms*

This model is based on available seismic data obtained from measurements on international seismic profiles as well as the local network operated by the institute. Blasting in quarries, mining-induced quakes in the OKR district, and natural micro-earthquakes are used as sources of seismic waves. The inversion of data is based on 3D seismic tomography using only P-waves, but taking into consideration the re-localization of micro-earthquakes using both P-waves and S-waves. The new velocity model can be applied:

- x for locating selected micro-earthquakes,
- x in determining the mechanism of tectonic events
- x at the extrapolation of geological surface structures in respect to depth,
- x in the correlation between the velocity of seismic waves and other parameters of the geological environment.

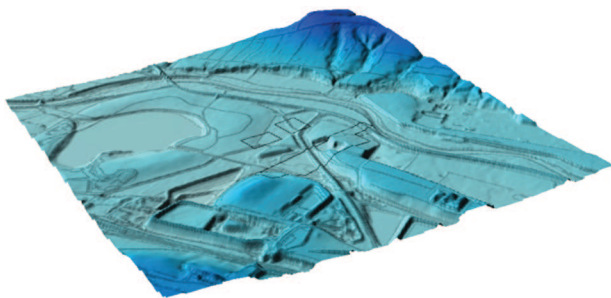
mi, které zahrnuje větší část Moravy, Slezsko a část severovýchodních Čech.

Interpretace seizmických dat z regionální sítě provozované ústavem byly využity i k analýze vzniku sekundárních (dlouhoperiodických) mikroseizmů vyvolaných vichřicemi (Kyrill a Emma), či odezvami silných světových zemětřesení (v Tohoku 2011, Chile 2010 a na Sumatře 2010).

#### *Sledování a hodnocení vývoje poklesové kotliny*

Pohyby a deformace nadložních vrstev a následně povrchu, ke kterým při hlubinném dobývání ložisek nerostných surovin dochází, vždy negativně působí jak na zmíněný povrch, tak na objekty s ním spojené. Pro lepší pochopení probíhajících procesů, resp. jejich následků byla po dobu několika let studována vybraná těžebně aktivní oblast v české části hornoslezské pánve vyznačující, se zejména různorodou, místy dosti komplikovanou, geologickou stavbou. Využitím globálních družicových polohových systémů, konkrétně systému GPS, bylo možné pravidelně získávat informace o postupné změně prostorové pozice sledovaných bodů nově vybudované pozorovací stanice v této lokalitě. Tím se podařilo zaznamenat reálné prostorové změny povrchu nejen během samotné těžby, ale také v obdobích mezi těžbou jednotlivých porubů a během konečného období po ukončení všech těžebních aktivit. Pro získání doplňujících informací o vývoji pohybů a deformací v širším kontextu studované oblasti bylo využito metod dálkového průzkumu Země (letecké fotogrammetrie a okrajově radarové interferometrie).

Provedená komplexní studie reálných časoprostorových změn poddolovaného území shrnuje nové poznatky využití moderních prostředků geoinformatiky během jednotlivých fází studia vlivů hlubinného dobývání nerostných surovin na povrch. Přináší rovněž nové přístupy řešení dané problematiky a naznačuje možné směry vývoje v této oblasti do budoucna.



Model povrchu terénu vytvořený na základě dat z leteckého fotogrammetrického snímkování / Terrain surface model generated from data aerial photography

#### *Hodnocení účinnosti bezvýlomových trhacích prací pro uvolnění napětí v horninovém masivu*

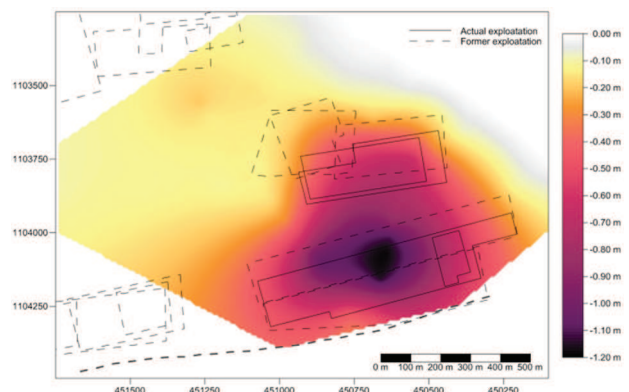
Důlní otřesy představují jeden s nejnebezpečnějších fenoménů vystupujících při dobývání černého uhlí v české části hornoslezské uhelné pánve.

The constructed velocity model is essentially the first spatial model, which was compiled for the territory including the greater part of Moravia, Silesia and part of northeastern Bohemia.

The interpretation of seismic data from the regional network operated by the institute was also used to analyze the origin of secondary (long-period) micro-seismic events induced by storms (Kyrill and Emma), or responses to strong global earthquakes (Tohoku 2011, Chile 2010, and Sumatra 2010).

#### *Monitoring and assessment of the subsidence basin development*

In selected areas of the Upper Silesian Coal Basin with several notable tectonic disturbances (in the mining area of the ČSM mine), precise geodetic measurements were performed, now providing a unique data set of the space-time behaviour of the selected surface area in the selected period. For global capturing of the surface changes, attention was also given to the use of remote sensing, aerial photogrammetry, and, marginally, to radar interferometry.



Typický vývoj poklesové kotliny nad exploatovaným ložiskem / Typical development of basin subsidence above exploited deposit

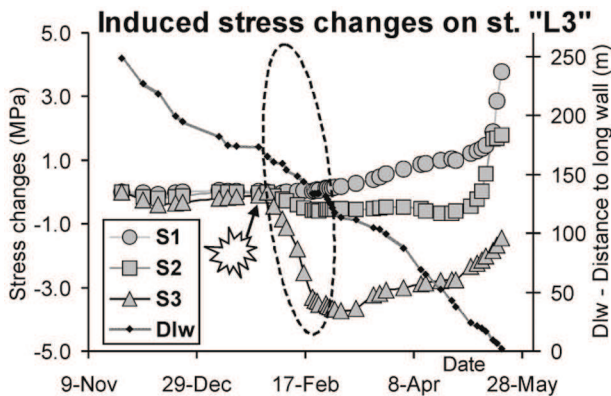
Owing to a comprehensive assessment carried out in the context of the changes of the mining situation, it is possible to better understand the deformation process, which occurs as a result of exploitation. This understanding should further enable the construction of models of surface changes for complex situations due to geological and mining conditions.

#### *Evaluation of the effectiveness of non-excavation blasting to release the stress in the rock mass*

Rock bursts are one of the most dangerous phenomena occurring in coal mining in the Czech part of the Upper Silesian Coal Basin. In these terms, non-excavation blastings belong to the most important of prevention measures. Seismic effects (as an indicator of stress relaxation) represent the ratio of registered seismic energy to seismic energy equivalent to the mass of explosive charges detonated. The research presents an analysis of a



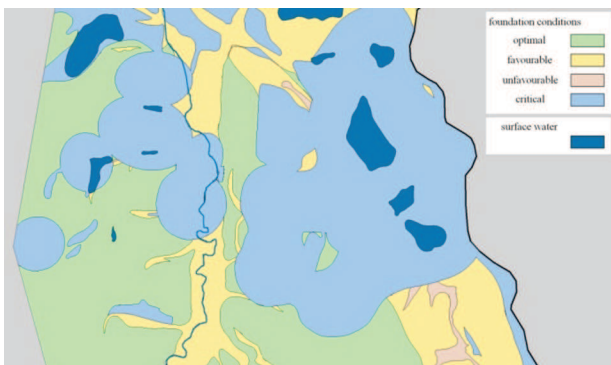
Bezvýlomové trhací práce patří v těchto podmínkách k nejdůležitějším aktivním protiotřesovým opatřením. Seizmický efekt (jako indikátor uvolnění napětí) představuje poměr registrované seizmické energie k ekvivalentu seizmické energie odpovídající hmotnosti odpálené nálože trhaviny. Výzkum představuje analýzu velkého souboru dat z cca 900 bezvýlomových trhacích prací a dat seizmologického monitoringu získaných v letech 2000 - 2008. Je prezentován nový resp. verifikovaný systém hodnocení účinnosti bezvýlomových trhacích prací při použití registrované seizmické energie a magnituda.



Zaznamenaná redistribuce napětí v důsledku aplikace bezvýlomové trhací práce / The recorded stress redistribution due to non-excavating blasting operation

#### Studium seizmických účinků v závislosti na místních geologických podmínkách

Intenzita důlně indukované seizmicity je dána především stavem masivu, který je ovlivňován současnými i předchozími těžebními aktivitami. Na povrchu nad poddolovaným územím dochází po vzniku důlně indukovaného seizmického jevu k vibračním projevům, které jsou výsledkem působení zdrojových parametrů seizmického jevu a fyzikálních parametrů hornin v místě měření. K posouzení vlivu byla realizována měření seizmických účinků na dvou stanovištích (s příznivými a též nepříznivými základovými podmínkami). Rovněž byly provedeny modelové výpočty deformační odezvy zeminného prostředí v závislosti na lokální geologické stavbě a hloubce hladiny podzemní vody pod povrchem.



Výřez z konstruované mapy seizmických účinků / Detail of the constructed map of seismic effects

large data set of about 900 non-excavation blastings and seismological monitoring data collected over the period 2000 - 2008. A new, respectively verified rating system for evaluation of the effectiveness of non-excavation blastings using the registered seismic energy and magnitude is presented in the research.



Fotografie devastujícího účinku důlního otřesu / Photo of devastating effect of the rock burst

#### The studies of seismic effects, depending on local geological conditions

The intensity of mining-induced seismicity is mainly due to the state of the rock mass, which is influenced by current and previous mining activities. On the surface above undermined territory, the mining-induced seismic event manifests as a vibration phenomenon, which is the result of the source parameters of seismic phenomena and the physical parameters of rocks at the site of measurement. For the assessment of the influence of local rock mass properties, measurements of seismic effects were carried out on the two sites (with favourable and unfavourable basement conditions). Moreover, model calculations of the deformation of response soil environments were performed, depending on local geology and water table depth below the surface. A simulation of the impact of realistically monitored mining-induced seismic loads from the Karviná region (maximum velocity amplitude of 25 mm/s) was carried out. While the change in thickness of Quaternary sediments in the range 2.5 to 11.5 m almost did not show any influence in the model, a change of the thickness of Tertiary sediments ranging from 25 to 70 m showed



Dále byl simulován vliv reálně monitorovaného důlně indukovaného seizmického zatížení z oblasti Karvinska (maximální amplituda rychlosti 25 mm/s). Zatímco změna mocnosti kvartérních sedimentů v rozmezí 2,5 - 11,5 m se v modelech téměř neprojevila, změna mocnosti terciérních sedimentů v rozmezí 25 - 70 m prokázala změny v charakteru časového vývoje signálu a též v maximálních hodnotách vibrací. Významný vliv prokázaly také výpočty uvažující změny výšky hladiny pozemních vod.

#### *Úprava kyvadlového seizmometru S-5-S pro měření rotační složky seizmických vibrací*

Pro registraci rotačních kmitů byl adaptován ruský seizmometr S-5-S, který je kyvadlového typu (Mass-on-Rod Pendulum). Měřicí a tlumicí elektrodynamické měniče jsou instalovány na nesy-metrické dvouramenné páce, jejíž osa otáčení je realizovaná křížovým závěsem z plochých per. Kyvadlo je v rovnovážné poloze udržováno astazovaným pružinovým závěsem. Při úpravě pro snímání rotačních kmitů je odstraněn pružinový závěs a na kratší stranu páky je přidáno závaží, pomocí něhož je kyvadlo vyváženo tak, aby těžiště celkové hmoty leželo v ose otáčení. Na křížový pérový závěs je instalován tenzometrický snímač polohy kyvadla. Dynamické parametry upraveného kyvadlového systému, tj. vlastní perioda a tlumení, jsou nastaveny pomocí zpětných vazeb, na základě signálu z měniče úhlové rychlosti a tenzometrického snímače polohy kyvadla.

### **Výsledky pro aplikační sféru**

#### *Metodický návod pro navrhování a používání vysokého kotvení pro stabilizaci důlních děl v OKR*

Vysoké kotvení je způsob zesílení výztuže porubních chodeb vybavených především podpěrnou výztuží, kdy pomocí lanových nebo pramencových kotev délky obvykle 4 m až 9 m, někdy i 12 m, se síly zatěžující výztuž přenášejí hlouběji do horského masivu. Horský masiv se tak stává součástí konstrukce zajišťující stabilitu důlního díla. Vypracovaný metodický návod umožňuje na základě výpočtu vycházejícího z fyzikálního modelu působení sil v okolí důlního díla dimenzovat jednotlivé parametry vysokého kotvení, zejména tedy únosnost, hustotu kotev dané nosnosti a potřebnou délku kotev. Parametry zesílení výztuže a příslušný výpočet je řešen pro: přitížení v důsledku působení předporubních tlaků, přitížení při průchodu stěnového porubu, zesílení odpovídající náhradě středních stojek budovaných v důsledku legislativních požadavků na vedení vybraných důlních děl (chodby u některých porubů ve třetím stupni nebezpečí otřesů apod.), při eliminaci vlivu lokálních přitížení z dalších příčin (nadrubání důlních děl, působení hran nevýrubů, při dynamických jevech v masivu apod.).

changes in the nature of the time evolution signal and also the maximum values of vibration. A significant effect of changes of groundwater level was also proved computationally.

#### *The adjustment of pendulum seismometers S-5-S for measuring the rotational component of seismic vibrations*

To register the rotational oscillations, a Russian pendulum-type (Mass-on-Rod Pendulum) seismometer S-5-S was adapted. Measuring and electrodynamic damping drives are installed on the asymmetric two-armed lever, whose axis of rotation is realized by a cross hanging from flat springs. The pendulum is in an equilibrium maintained by a spring hinge. Adjusting for the measurement of rotational oscillation is done by removing the spring hinge, and a shorter side of the lever is equipped with a weight by which the pendulum is balanced - the total mass centre of gravity lies in the axis of rotation. A strain gauge is mounted to the cross spring hinge to determine the position of the pendulum. The dynamic parameters of the modified pendulum system are specified, i.e. the characteristic period and damping, are set with the aid of feedbacks that are introduced into the damping transducer from the measuring electrodynamic drive of the angular velocity and strain type position sensor through electronic circuits.



Ilustrační fotografie seizmometru S-5-S upraveného pro registraci rotační složky / The photo of S-5-S seismometer modified to the registration of rotating components

### **Results for the application sphere**

#### *Directions for the design and use of high anchoring for stabilization of mines in the OKR*

High anchoring is a way of reinforcing long-wall corridors equipped especially with support reinforcement, when, by using rope or stranded anchors (usually 4 m to 9 m, sometimes 12 m long) the forces acting on the support are transferred deeper into the rock mass. The massif then becomes a part of the construction which ensures the stability of mine opening. Developed methodological guidance enables, using calculations based on a physical

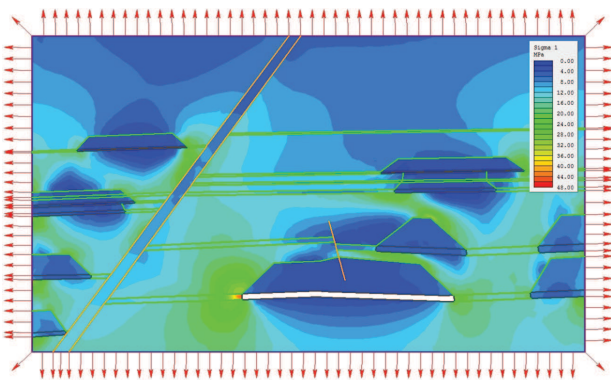


Standardně používané metody monitorování chování chodby - konvergenční a extenzometrické stanice / Standard techniques used for monitoring of the corridor behavior - convergence and extensometer stations

*Optimalizace časoprostorového postupu dobývání porubních bloků s využitím matematického modelování napěťových poměrů, zejména ve slojích ohrožených důlními otřesy*

Napěťová pole ve slojích, v nichž jsou vedeny jednotlivé poruby, jsou determinována jednak primárním napěťovým stavem a geologickou stavbou, jednak historií vedení okolních důlních děl. Pro zhodnocení indukovaných napěťových polí bylo použito matematické modelování, které umožnilo kvantifikovat indukovaná napěťová pole v závislosti na vzájemném situování odrubávaných porubních bloků.

Ukázalo se, že je možné specifikovat rizikové situace vyplývající z nevhodného časoprostorového vedení poruby, a tudíž se jim při projektování postupu dobývání vyvarovat. Na základě vyhodnocení vybraných situací bylo možno přistoupit k zobecnění výsledků, což přispělo k formulaci zásad pro vedení důlních děl a situování porubů ve vymezených částech slojí, které zamezují nebo alespoň omezují nepříznivé koncentrace napětí, vedoucí v kritických případech i důlním otřesům.



Výsledek matematického modelování napěťového pole v konkrétní situaci na Dole ČSM / The result of mathematical modeling of stress fields in a particular geomechanical situation in ČSM Mine

*Posouzení technické seizmicity při vedení mělkých podzemních děl v městské zástavbě*

Realizace mělkých důlních děl souvisí s výstavbou komunikací, komunikačních sítí, kolektorů, podzemních garáží a dalších stavebních objektů. Vedení důlních děl v malých hloubkách je spojeno mimo jiné s vyvoláním vibrací v okolí stavby. Při výzkumu bylo analyzováno seizmické vlnění indukované při

model of the forces around the mine opening, the definition of individual parameters of high anchoring, namely the strength, density, and length of the anchors. The calculations are performed for 1) additional loading due to pre-face pressures, and 2) surcharge due to long-wall face passes equivalent to effects of central props built as a result of legislative requirements for the driving of selected mines (corridors near long-walls at a third degree of rock burst danger, etc.). The influence of local superloading of other causes (over-mining, the effects of the ribs' edges, dynamic phenomena in the massif, etc.) is neglected.

*The optimization of the space-time process of block mining using mathematical modelling of stress conditions, especially in seams endangered by rock bursts*

Stress fields in the seams, in which the particular coalfaces are held, are determined by the primary stress state, the geological structure, and the history of surrounding excavations. The mathematical modelling was used to assess and quantify the induced stress field, depending on the mutual location of the working face blocks. It turned out that it is possible to assess the risk situation arising from the improper management of the space-time driving the long-wall faces, and thus to avoid these during the design process. On the basis of the evaluation of selected situations, some generalization of the results was possible, which contributed to the formulation of guidelines for the management of mine workings in located parts of the seams. These guidelines should prevent, or at least limit, the dangerous stress concentrations, leading, in critical cases, to mining shakeouts.

The assessment of technical seismicity due to shallow underground constructions in urban areas. The implementation of shallow excavations is associated with the construction of roads, communication networks, collectors, underground garages, and other buildings. The management of excavations in shallow depths is, among other things, associated with the induction of vibrations in the vicinity of the buildings. The research analyzed seismic waves induced in the management of shallow underground workings and the effect of seismicity on existing buildings. The assessment was also oriented to the influence of technical seismicity from the surface to emerging or existing underground construction. At the same time, the causes affecting the size of seismic manifestations were analyzed. The results led to the completion of Decree BÚ\_55/1996 of the Czech Mining Authority.

*The assessment of technical seismicity due to shallow underground constructions in urban areas*

The implementation of shallow excavations is associated with the construction of roads, communication networks, collectors, underground garages, and other buildings. The management of excava-

vedení mělkých podzemních děl a vliv této seismicity na povrchovou zástavbu. K nejvýznamnějším projevům při takových ražbách patří především trhací práce, ale i další technická seismická - beranění pilot, používání vibračního válce, apod. Posuzován byl také vliv technické seismicity z povrchu na vznikající, či existující důlní dílo. Současně byly analyzovány příčiny ovlivňující velikost seizmických projevů.

#### *Návrh legislativních úprav báňských předpisů v rámci vyhlášky ČBÚ 659/2008 Sb.*

Byly navrženy úpravy legislativních norem, které řeší:

- x problematiku plánování a projektování vedení dlouhých důlních děl,
- x postup vyhodnocování výsledků seizmického monitorování se zaměřením na výškovou souřadnici „Z“ ohniskové oblasti seizmických jevů,
- x použití bezvýlomové trhací práce s následným zavlážením průvodních hornin přes odpálené vývrty.

#### *Směrnice pro projektování a vyztužování porubních chodeb určených k dvojitmu použití*

Idea dvojího využití porubních chodeb spočívá v tom, že se těžní chodba dobývaného bloku s postupem porubu řízeně nezavaluje, ale udržuje tak, aby po ukončení dobývání tohoto bloku mohla sloužit jako výdušná chodba následujícího bloku. Tímto postupem se eliminují meziblokové pilíře a současně se podstatně zkracuje doba potřebná na přípravu následného porubního bloku. Provedená analýza geologických a geomechanických poměrů v OKR ve vybraných lokalitách umožňuje zhodnotit vhodnost nasazení a specifikovat opatření pro úspěšné využití této technologie. Byl vypracován původní legislativní podklad „Směrnice pro projektování a vyztužování porubních chodeb určených k dvojitmu použití“, která již byla akceptována Obvodním báňským úřadem v Ostravě, a která na základě geomechanické analýzy problému stanoví pravidla pro navrhování a realizaci kombinované výztuže - to je výztuže svorníkové a ocelové obloukové výztuže - která má být v chodbách pro dvojit použití aplikována.

tions in shallow depths is, among other things, associated with the induction of vibrations in the vicinity of the buildings. The research analyzed seismic waves induced in the management of shallow underground workings and the effect of seismicity on existing buildings. The assessment was also oriented to the influence of technical seismicity from the surface to emerging or existing underground construction. At the same time, the causes affecting the size of seismic manifestations were analyzed.

#### *The proposal of legislative changes in mining regulations under the ordinance 659/2008 Coll*

Modifications of legislative standards were proposed, which address:

- x issues of the planning and designing of long underground openings;
- x the evaluation of the results of seismic monitoring with a focus on elevation coordinate "Z" of the focal area of seismic events;
- x and the use of non-excavation blasting followed by the liquefaction of accompanying rocks through the blastholes.

#### *Guidelines for designing and reinforcing working face corridors intended for dual use*

The idea of the dual use of working face corridors lies in the fact that the mining corridor of an exploited block is maintained, so that after the exploitation of this block it could serve as a winding corridor to the next block. This procedure eliminates interblock pillars and, at the same time, significantly reduces the time needed to prepare the subsequent mining block. The analysis of geological and geomechanical conditions in the OKR in selected locations allows the evaluation of the suitability of use and specifies the measurements for the successful utilization of this technology. An original legislative document, "Guidelines for designing and reinforcing working face corridors intended for dual use", was elaborated. It has already been accepted by the District Mining Office in Ostrava. On the basis of the geomechanical analysis of the problem, the guidelines determine the rules for the design and implementation of combined reinforcement - bolt reinforcement and steel arched supports - to be applied in the corridors for dual use.

## **Projekty řešené v posledních letech / Recently solved projects**

Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin / Institute of clean technologies for mining and utilization of raw materials for energy use, 2011 - 2014, RDIOP, CZ.1.05/2.1.00/03.0082.

Výzkum sdružených procesů v horninovém prostředí a vývoj metodik pro posuzování dlouhodobé stability podzemních děl / Research of coupled processes in rock environment of methodologies for long-term stability assessments of underground facilities, 2009 - 2013, MPO-TIP, FR-T3/579.

Prognóza časoprostorových změn stability důlních prostor technické kulturní památky Důl Jeroným v Čisté / Researches into Factors Affecting the Stability of the Medieval Jeroným Mine at Čistá, 2009 - 2013, GA CR, 105/09/0089.

Bezpečnostní aspekty vedení báňských děl v hloubkách 800 m a větších / The aspects of safe performance of the underground mining openings in the depth over 800 m, 2010 - 2014, MICR, VG20102014034.



## Vybrané publikace / Selected publications

Holub, K., Rušajová, J., Sandev, M. A comparison of the features of windstorms Kyrill and Emma based on seismological and meteorological observations. *Meteorologische Zeitschrift*, 2009, 6 (18), pp. 607-614. ISSN 0941-2948.

Holub, K., Růžek, B., Rušajová, J. A simple smoothed velocity model of the uppermost Earth's crust derived from joint inversion of Pg and Sg waves. *Acta Geophysica*, 2011, 2 (60), pp. 487-497. ISSN 1895-6572.

Holub, K. A Study of Mining-induced seismicity in Czech Mines with longwall coal exploitation. *Journal of Mining Science*, 2007, 1 (43), pp. 32-39. ISSN 1062-7391.

Kajzar, V., Doležalová, H., Souček, K., Staš, L. Aerial Photogrammetry observation of the subsidence depression near Karviná. *Acta geodynamica et geomaterialia*, 2011, 3 (8), pp. 309-317. ISSN 1214-9705.

Holub, K., Kaláb, Z., Knejzlík, J., Rušajová, J. Contribution of the Institute of Geonics of the ASCR Ostrava to Seismological Monitoring in Silesia and Northern Moravia. *Acta geodynamica et geomaterialia*, 2009, 3 (6), pp. 391-398. ISSN 1214-9705.

Taraba, B., Michalec, Z. Effect of longwall face advance rate on spontaneous heating process in the gob area - CFD modelling. *Fuel*, 2011, 8 (90), pp. 2790-2797. ISSN 0016-2361.

Doležalová, H., Kajzar, V., Souček, K., Staš, L. Evaluation of mining subsidence using GPS data. *Acta geodynamica et geomaterialia*, 2009, 3 (6), pp. 359-367. ISSN 1214-9705.

Doležalová, H., Kajzar, V., Souček, K., Staš, L. Evaluation of vertical and horizontal movements in the subsidence depression near Karviná. *Acta geodynamica et geomaterialia*, 2010, 3 (7), pp. 355-361. ISSN 1214-9705.

Telesca, L., Lovallo, M., Kaláb, Z., Lednická, M. Fluctuation analysis of the time dynamics of laser distance data measured in the medieval Jeroným Mine (Czech Republic). *Physica. A : Statistical Mechanics and its Applications*, 2011, 390 (20), pp. 3551-3557. ISSN 0378-4371.

Kaláb, Z., Lednická, M., Kořínek, R., Hrušešová, E. Influence of local geological pattern on values of vibrations induced by road traffic. *Acta Geophysica*, 2012, 2 (60), pp. 426-437. ISSN 1895-6572.

Holub, K.; Konečný, P.; Knejzlík, J.: Investigation of the mechanical and physical properties of greywacke specimens. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 2009, Roč. 46, č. 1, s. 188-193. ISSN 1365-1609.

Holub, K., Holečko, J., Rušajová, J., Dombková, A. Long-term development of seismic monitoring networks in the Ostrava -Karviná coal mine district. *Acta geodynamica et geomaterialia*, 2012, 1 (9), pp. 1-15. ISSN 1214-9705.

Staš, L., Knejzlík, J., Palla, L., Souček, K., Waclawik, P. Measurement of stress changes using compact conical -ended borehole monitoring. *Geotechnical Testing Journal*, 2011, 6 (34), pp. 685-693. ISSN 0149-6115.

Kukutsch, R., Žůrek, P., Stolárik, M. Monitoring and Documentation of Flaking-off Phenomena in the Historical Jeroným Mine. *Acta geodynamica et geomaterialia*, 2010, 3 (7), pp. 343-348. ISSN 1214-9705.

Holub, K., Rušajová, J., Holečko, J. Particle velocity generated by rockburst during exploitation of the longwall and its impact on the workings. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 2011, 6 (48), pp. 942-949. ISSN 1365-1609.

Holub, K., Rušajová, J. Peak particle velocity for rockbursts in underground coal mines and for shot-hole explosions in open-pit mines. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*, 2011, 1 (46), pp. 104-114. ISSN 1217-8977.

Holub, K., Rušajová, J., Sandev, M. The January 2007 windstorm and its impact on microseisms observed in the Czech Republic. *Meteorologische Zeitschrift*, 2008, 1 (17), pp. 47-53. ISSN 0941-2948.

Souček, K., Staš, L., Ščučka, J., Martinec, P. Chemical grouting - laboratory study of chemical grouts and geocomposites properties. In Singh, D.N. (ed.). *International Conference of IACMAG/12./*. Bombay: Indian Institute of Technology Bombay, 2008, pp. 3567-3574.

Souček, K., Staš, L. Laboratory research of sealing possibilities of cohesionless soils by means of chemical grouts. In Agioutantis, Z.; Komnitsas, K. (ed.). *AMIREG 2009 /3./ International Conference: Assessing the Footprint of Resource Utilization and Hazardous Waste Management*. Atény : Heliootopos Conferences Ltd, 2009, pp. 394-399. ISBN N.

Kohut, R., Souček, K., Blaheta, R., Kolcun, A., Staš, L., Georgiovská, L., Smetanová, L. Mathematical modelling of material properties using structure data of X-ray CT. In: Kasza, P., Boloz, L. (ed.). *Nowoczesne metody eksploatacji wegla skal zwiezlych*. Kraków: Department of Mining, Dressing and Transporting Machines, Faculty of Mechanical Engineering and Robotics, University of Science and Technology, AGH Kraków, 2011, pp. 73-88. ISBN 978-83-930353-4-2.

Staš, L., Souček, K., Knejzlík, J., Nohejl, Z., Rutar, T., Palla, L., Waclawik, P. Measurement of stress tensor and stress changes induced by progress of long wall. In *Prace naukowe GIG, Mining and Environment 7*. Katowice: Zespol Wydawnictwi i Usług Poligraficznych GIG, 2008, pp. 245-258. ISSN 1643-7608.

Doležalová, H., Kajzar, V., Staš, L., Souček, K. Observation of subsidence depression by modern geodetic methods. In: SGEM 2008. International Scientific Conference /8./ Modern Management of Mine Producing, Geology and Environmental Protection. Sofia: SGEM, 2008, pp. 485-492. ISBN 978-954-91818-1-4.

Knejzlík, J., Rambouský, Z., Souček, K., Staš, L. Second generation of conical strain gauge probe for stress measurement in rock massif. Acta geodynamica et geomaterialia, 2008, 3 (5), pp. 1-9. ISSN 1214-9705.

Staš, L., Souček, K., Knejzlík, J. Using of conical gauges probe for measurement of stress changes induced by progress of long wall. In: SGEM 2008. International Scientific Conference /8./ Modern Management of Mine Producing, Geology and Environmental Protection. Sofia : SGEM, 2008, pp. 307-314. ISBN 978-954-91818-1-4.

# Oddělení aplikované matematiky a informatiky

## & Oddělení IT4Innovations

### Department of applied mathematics and computer science

### & Department IT4Innovations

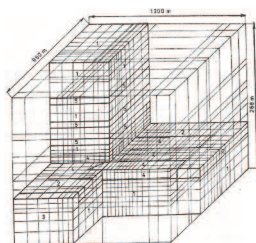
**Vedoucí / Head** prof. RNDr. Radim Blaheta, CSc., doc. RNDr. Josef Malík, CSc.

**Tým / Staff** prof. Owe Axelsson, Mgr. Petr Byczanski, Ing. Petr Harasim, Ph.D., Ing. Martin Hasal, Ing. Rostislav Hrtus, RNDr. Ondřej Jakl, CSc., RNDr. Roman Kohut, CSc., Mgr. Alexej Kolcun, CSc., Ing. Jiří Starý, Ph.D., Ing. Vojtěch Sokol, Mgr. Stanislav Sysala, Jaroslava Vávrová

Historie oddělení se datuje k samému počátku existence ústavu, neboť již jeho koncepce počítala s rozvojem prostředků pro matematické modelování. Proto byli ještě na ostravskou pobočku pražských ústavů přijati první matematici Z. Dostál (1978), R. Blaheta a R. Kohut (1979), s úkolem rozvíjet software a modelování úloh geomechaniky a šíření tepla. Metoda konečných prvků (MKP / FEM), včetně vývoje vlastního software GEM (Geo-FEM) a specializace na řešení rozsáhlých úloh geomechaniky se stala na dlouhou dobu hlavním tématem výzkumné práce. Vedla k vytvoření několika generací software GEM, ale i k novým iteračním metodám (využití agregace, předpodmínění s rozkladem posunutí, předpodmínění projektorem). Počáteční období bylo velice plodné a výsledkem byly dva unikátní MKP software - GEM2 pro řešení 2D úloh s využitím stolního počítače a GEM3, který, díky iteračním řešičům, umožňoval řešit 3D úlohy velkého rozsahu. Byla také provedena řada výpočtů s využitím zmíněného software, byly získány i fundamentální výsledky v oblasti iteračních metod.



Autoři první verze GEM3 sw (R. Blaheta a Z Dostál) a příprava sítě pro jednu z důležitých aplikací / Authors of the first version of GEM3 software (R. Blaheta a Z Dostál) and mesh preparation for one of the important applications



Počáteční skupina se postupně rozšířila na Laboratoř matematického modelování a v devadesátých letech na samostatné Oddělení aplikované matematiky. V druhém desetiletí činnosti bylo významné zapojení ve dvou evropských projektech „High Performance Computing in Geosciences“ I a II, které vedlo k dalšímu rozvoji iteračních metod a k paralelním výpočtům, které se nyní dále rozvíjejí partnerstvím v superpočítačovém projektu IT4Innovations. První článek s paralelními výpočty byl publikován již v roce 1996 (úloha pružnosti, paralelizace pomocí rozložení posunutí, řešení na klastru tří pracovních stanic IBM RS/6000 na ústavu).



The history of departments goes back up to the very beginning of the existence of the institute, as its concept already included the idea of development of tools for mathematical modelling. It was the reason for employment of the first mathematicians - Z. Dostál (1978), R. Blaheta and R. Kohut (1979), who started to work already in time when Ostrava branch was just an affiliate of Prague's institutes. The task was to develop a software for modelling problems of geomechanics and the transfer of heat. Finite element method (FEM), including the development of an in-house software GEM (Geo-FEM) and a special focus on solving large-scale problems of geomechanics became for a long time the main topic of the research. It led to the development of several generations of the GEM software as well as to new iterative methods (use of aggregations, displacement decomposition preconditioners, preconditioning by projector, etc.). The initial period was very fruitful and resulted in two unique software - GEM2 for the solution of 2D problems on desktop computer and GEM3, which, owing to iterative solvers, enable to solve large-scale 3D problems. Many applications of this software were done, and moreover, fundamental results in iterative methods were obtained.

The initial research group has gradually enlarged to the Laboratory of mathematical modelling and later, in the nineties, to the Department of Applied Mathematics. In the nineties, an important issue was the involvement in two European projects “High Performance Computing in Geosciences” I and II, which led to a further development of iterative methods and the use of parallel computations, which now become the basis for the partnership in the IT4Innovations supercomputing project. The first article with parallel computing was published already in 1996 (elasticity problem, parallelization



V devadesátých letech však byl výzkum veden také v oblasti nelineární mechaniky a příslušných iteračních řešičů, modelování kotvové výztuže energetickou formulací, a dal.

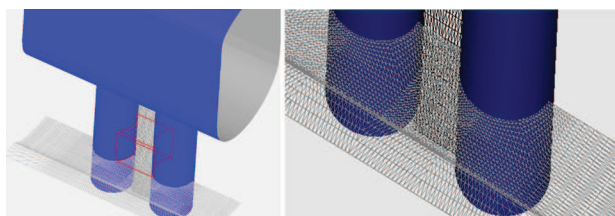
Výzkum v posledním období je dále popsán podrobněji. Připomeňme jen, že od roku 2006 existuje v organizační struktuře ústavu Oddělení aplikované matematiky a informatiky, od roku 2011 se k tomu přidává Oddělení IT4Innovations, které je vytvořeno vzhledem k partnerství v již zmíněném stejnojmenném projektu Centra excelence. V odděleních dnes pracuje jedenáct výzkumných pracovníků (včetně tří doktorandů). Od roku 2005 je členem týmu i prof. O. Axelsson, o jehož světovém uznání svědčí i zařazení do prestižního výběru Highly Cited Researchers od Thomson Reuters (Web of Knowledge).

### Hlavní témata výzkumu

Témata výzkumu vycházela v letech 2006 - 2011 z výzkumného záměru ústavu, nyní z přijaté strategické koncepce rozvoje ústavu a výzkumného plánu projektu IT4Innovations. Toto zaměření zahrnuje několik oblastí.

Hlavním tématem zůstává numerické modelování procesů v horninách. Jde o procesy tepelné (T), hydraulické (H) a mechanické (M), které jsou zkoumány jak odděleně, tak s uvažováním vzájemných vazeb (multifyzika, THM procesy). K tomuto modelování patří vývoj numerických metod a výkonných řešičů, které umožňují řešení rozsáhlých a náročných úloh. Zahrnuje také modelování nelineárních procesů, mechanického chování geomateriálů za mezí porušení a dále analýzu pro snížení vlivu nejistoty ve vstupních datech.

Z dalších témat jmenujme řešení inverzních úloh pro určení materiálových parametrů či složek napětí v horninovém masivu a řešení úloh mikro-geomechaniky s aplikací např. při studiu geokompozitů. V úlohách mikrogeomechaniky využíváme popis mikrostruktury získaný tomografií, řešené úlohy jsou charakterizovány heterogenitou, „multiscale“ přístup a výpočetní náročností.



Modelování APSE (Äspö Pillar Stability Experiment) s využitím GEM software (projekt Decovalex) / Modelling of APSE with the aid of GEM software (Decovalex project)

Specifickou oblastí je modelování speciálních výztuží a geotechnických prvků (kotvy, geosyntetika), modelování geovaků a analýza chování visutých a kabelových mostů.

Uvedené výzkumné zaměření má velký potenciál pro analýzu problémů rozvoje technologií využití

through displacement decomposition, solution on the cluster of three IBM RS/6000 workstations at the institute). In the nineties, the research also concerned the field of nonlinear mechanics and corresponding iterative solvers, modelling of rock bolt reinforcement by energy formulation, and other topics.

The recent research is described in more detail below. Let us only remind, that since 2006 the institute's organizational structure involves the Department of Applied Mathematics and Computer Science, since 2011 also a new Department IT4Innovations, which was created due to partnership in the already mentioned eponymous project of Centre of Excellence. The departments comprise now eleven research workers (including three PhD students). Since 2005, a team member is also Professor O. Axelsson, whose worldwide recognition is confirmed by the selection to a prestigious list of Highly Cited Researchers from Thomson Reuters (Web of Knowledge).

### The main research topics

The research topics in the period 2006 - 2011 came from the research plan of the institute, nowadays they follow a strategic conception of the institute development and the research plan of the IT4Innovations project. This focus includes several research areas.

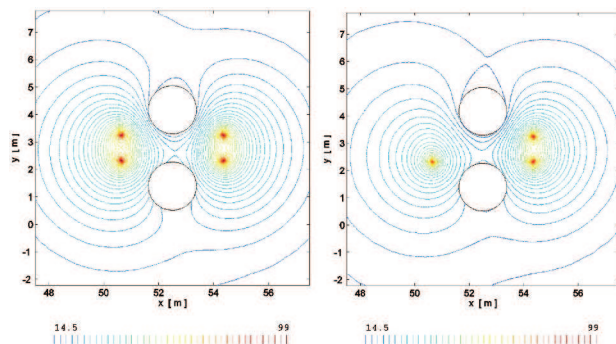
The numerical modelling of processes in rocks remains as a main research topic. It includes thermal (T), hydraulic (H) and mechanical (M) processes, which are examined both separately and with considering mutual couplings (multiphysics, THM processes). This modelling also covers development of numerical methods and powerful solvers that allow solution to large-scale and demanding problems and comprises modelling of nonlinear processes, the mechanical behaviour of geomaterials behind the failure limit and analysis and reduction of the influence of uncertainties in input data.

From other topics, let us mention the solution to inverse problems for determination of material parameters or rock stress components and the solution to problems of micro-geomechanics with applications to investigation of geocomposites. In the micro-geomechanics, we use the description of inner structure obtained by tomography, the solved problems are characterized by heterogeneity, the "multiscale" approach and high computational requirements.

A specific area is modelling of reinforcement and geotechnical elements (anchors, geotextiles), geobags, modelling and analysis of the stability behaviour of cable stayed and suspension bridges.

The described research orientation has a high potential for analysis of the problems in development of technologies for the earth's crust utili-

zemské kůry a spolupráci s dalšími odděleními. Dává ale také řadu impulzů pro výzkum v matematické analýze, numerické matematice, aplikované informatice, v oblastech optimalizace programů a paralelních výpočtů i v oblasti počítačové grafiky, vývoje metod pro efektivní přípravu modelů a vizualizaci vypočtených fyzikálních polí.



APSE - teplota v řezech 1.5 a 5.5 m pod dnem přístupového tunelu po 60ti dnech zahřívání / APSE - temperature in cross-sections 1.5 and 5.5 m below the bottom of the access tunnel after 60 days of heating

## Hlavní vědecké výsledky

Hlavní výsledky se týkají oblasti numerického modelování THM procesů včetně využití metod mechaniky poškození (Continuum Damage Mechanics), inverzních úloh, problémů mikromechaniky a homogenizace, modelování geovaků a analýzy zavěšených i visutých mostů. Rozsah publikace nás nutí vynechat další detaily. Na výsledky se lze dívat z hlediska přínosu pro matematiku i z hlediska přínosu a potenciálu pro aplikace. Aplikační hledisko zde upřednostníme vzhledem k celkovému zaměření brožury.

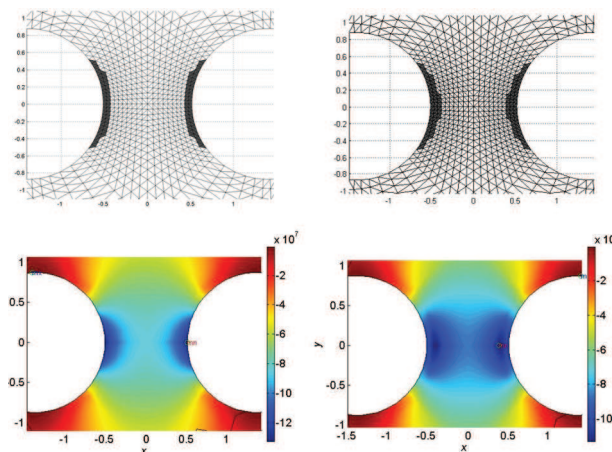
### *Modelování THM procesů v horninách, multifyzika*

Pro modelování termo-mechanických procesů a vývoj numerických metod slouží vlastní software GEM. Ten byl využit pro řešení řady úloh velkého rozsahu v řádech milionů stupňů volnosti. Klasicky šlo o úlohy geomechaniky, nově jde o úlohy termo-mechaniky s aplikacemi v úlohách podzemního ukládání vyhořelého jaderného paliva. Řešení extrémně rozsáhlých úloh je umožněno využitím vlastních výsledků v oblasti iteračních metod a paralelních výpočtů.

### *Rozvoj vlastního software*

Software GEM byl v poslední době využit v mezinárodním projektu Decovalex 2011, při analýze procesů souvisejících s in-situ experimentem APSE (Äspö Pillar Stability Experiment) zaměřeném na porušování hornin v podzemní laboratoři ve Švédsku. Zde se jednalo nejprve o vývoj napětí související s konstrukcí podzemního díla a vytváření pilíře i o vývoj napětí při následném zahřívání. Na globální vývoj napětí pak navázalo detailní modelování poškozování pilíře metodami spojitě mechaniky poškození (CDM).

zation and for cooperation with other departments. It also provides a number of impulses for research in mathematical analysis, numerical mathematics, applied computer science, in the areas of optimization of computer programs, parallelization of computing, computer graphics, development of efficient methods for the preparation of models and the visualization of the computed physical fields.



APSE - zóny poškození a maximální napětí v pilíři určené pružným výpočtem s pevnostním kritériem nebo pomocí CDM (Continuum Damage Mechanics) / APSE - damage zones and the maximum stress in pillar determined by elasticity with failure criterion for or by CDM

## Main research results

The main results concern the numerical modelling of THM processes including the use of methods of Continuum Damage Mechanics, inverse problems, problems of micromechanics and homogenization, modelling and analysis geotubes and analysis of suspended and cable-stayed bridges. More details are omitted due to a limited extent of this publication. The results can be described from the point of view of contribution to mathematics and in terms of benefits and the potential for applications. This latter application view will be preferred, due to the overall focus of the brochure.

### *Modelling of THM processes in rocks, multiphysics*

The in-house software GEM is used for modelling of thermo-mechanical processes and development of numerical methods. It was used for solving a number of large-scale problems with millions of degrees of freedom. Originally, the solution concerned only the problems of geomechanics, newly thermo-mechanics analysis is used with applications in problems of underground disposal of the spent nuclear fuel. Solution to extremely large problems is possible by using of our own research in the field of iterative solution methods and parallel computing.

### *Development of the own software*

The GEM software was recently used within the international project Decovalex 2011 for the analysis of processes related to in-situ experiment

Díky úloze APSE byl software GEM také doplněn o techniky inverzní analýzy, a to jak pro určení složek počátečního napětí na základě měření deformace (konvergence) v raženém tunelu, tak o řešení úlohy identifikace parametrů pro teplotní analýzu na základě monitorovaného vývoje teplot.

Další novou oblastí využití GEM je mikrogeomechanika s možností načíst heterogenní strukturu studované oblasti z dat počítačového tomografu a provádět detailní analýzu procesů a homogenizovaného chování materiálů.

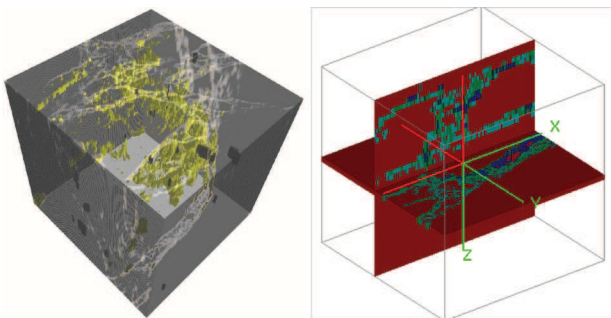
Výkon software je zajišťován vývojem numerických metod i paralelními výpočty. V současné době je využíván paralelní systém na UGN, řada výpočtů byla provedena na základě společných projektů v centru UPPMAX v Uppsale, ale jde i o přípravu na využití superpočítačové techniky projektu IT4Innovations a využití pokročilých prostředků SW knihoven (aktuálně knihovny TRILINOS ze Sandia Nat. Lab.).

#### *Iterační řešiče*

Řešiče GEM jsou stavěny na předpokladu s rozložením složek posunutí, neúplnou faktorizací, rozložením oblasti Schwarzovou metodou a využitím aproximace dané agregací. Paralelní implementace využívá MPI i OpenMP nástrojů.

V poslední době je rovněž rozvíjeno předpokladu s rozložením složek posunutí, neúplnou faktorizací, rozložením oblasti Schwarzovou metodou a využitím aproximace dané agregací. Paralelní implementace využívá MPI i OpenMP nástrojů.

Kromě iteračních technik pro řešení rozsáhlých soustav lineárních úloh jsou studovány metody řešení nelineárních úloh, Newtonovy metody pro (semismooth) úlohy objevující se v plasticitě či mechanice poškození apod.



Struktura geokompozitu (uhlí a polyuretanová injektáž) a řez sítí pro MKP analýzu mechanického chování / Structure of a geocomposite (coal and polyurethane grout) and mesh for FEM analysis of mechanical behaviour

#### *Multiscale problémy, homogenizační techniky*

V úlohách geotechniky se mohou projevovat různá měřítka - od jemné heterogenní struktury zrn, výplní a mikrotrhlin, přes rozměry tunelů, porubů a staveb,

APSE (Äspö Pillar Stability Experiment) performed in the underground laboratory in Sweden and focused on damage of crystalline granite rocks. Here the concern was first oriented to the stress development related to the construction of underground openings and subsequently to the stress increase due to rock mass heating. The global stress development was complemented by detailed modelling of pillar damage by the methods of Continuum Damage Mechanics (CDM).

Owing APSE, the GEM software was also completed by inverse analysis techniques, both to determine the initial stress components by measuring the deformation (convergence) in a driven tunnel, and identification of heat transport parameters of rocks based on the monitored temperature development.

Another new area of GEM software utilization is micro-geomechanics with an opportunity to input the CT scanner data of heterogeneous structure and to perform detailed analysis of processes and analysis of homogenized behaviour of materials.

The software efficiency is provided by the development of numerical methods and parallel computing. Currently, a parallel system at the institute is used and many calculations were made also in the UPPMAX center of Uppsala University due to joint project, but it is also a preparation for the use of supercomputing technology of IT4Innovations project and the use of advanced software libraries (currently TRILINOS library of Sandia Nat. Lab.).

#### *Iterative solvers*

GEM solvers are based on the preconditioners with displacement decomposition, incomplete factorization, domain decomposition by Schwarz method and using of an approximation by aggregation. Parallel implementation is done by using MPI and OpenMP tools.

Recently, also preconditioners exploiting the structure of problems are developed with application to hierarchical discretization, mixed formulation, multiphysics and more. These works also address the modelling of flow in the rock environment, which is a new orientation and a needed extension of research interests for the future.

In addition to iterative techniques for solving large systems of linear problems, the research also concerns methods for solving nonlinear problems, Newton's method for (semismooth) problems appearing in plasticity and damage mechanics, etc.

#### *Multiscale problems, homogenization techniques*

Different scales appear in geotechnical engineering from fine heterogeneity of grains, microcracks and fills, through the dimensions of tunnels, faces and constructions, to large-scale and regional dimensions appearing in subsidence due to mining or some groundwater flow problems. Such problems



po velká a regionální měřítka v úlohách projevů těžby na povrch nebo proudění podzemních vod. Takové úlohy je potřeba řešit postupnou analýzou, tzn. stanovit, jak jemnější struktura ovlivňuje chování ve větším měřítku (upscaling) a naopak. Úlohám tohoto typu je nyní obecně věnována velká pozornost. V našem případě jsme rozvinuli metodu testování digitálních vzorků se strukturou popsanou pomocí počítačové tomografie. Testování využívá různé typy zatížení, respektuje matematicky podložené odhady výsledných hodnot, pracuje s řešením rozsáhlých 3D úloh a s potřebou iteračních metod, které jsou robustní vzhledem k heterogenitě a skokům v lokálních materiálových vlastnostech.

Metody homogenizace byly implementovány v sw GEM, kalibrovány a využity např. při analýze uhelných geokompozitů vznikajících injektážemi v uhelné sloji.

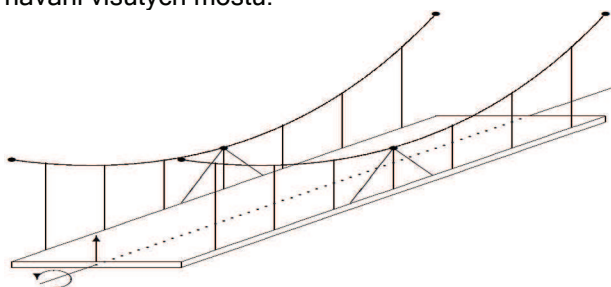
### *Inverzní úlohy*

Inverzní analýza se snaží určit materiálové a další parametry řešených úloh, které se při běžném použití metody konečných prvků (řešení přímé úlohy) považují za známé vstupní parametry. Určení neznámých parametrů je možné s využitím (částečné) znalosti o řešení přímé úlohy.

Inverzní analýzu jsme uplatnili při analýze APSE (Åspö Pillar Stability Experiment) v projektu Decovalex, kde byla upřesněna znalost o počátečním napětí a tepelných vlastnostech horninového prostředí. Znalost řešení zde představovaly měřené teploty při zahřívání masivu nebo konvergence bodů přístupového tunelu, při jeho výstavbě. Inverzní analýza byla také použita pro určení lokálních parametrů (modulů pružnosti) geokompozitů.

### *Analýza visutých mostů*

Visuté mosty jsou modelovány jako jednorozměrné nosníky zavěšené na soustavě kabelů. Soustava kabelů se skládá z hlavních a svislých kabelů, které se modelují jako absolutně ohebné a neroztažné jednorozměrné objekty. Hlavní pozornost je věnována otázkám nestability při dynamickém působení větru. Jsou studovány otázky spojené se strukturou spektra vertikálních a torzních kmitů mostovky a jejich vlivu na stabilitu v bočním větru. Výsledky jsou aplikovány na vysvětlení některých závažných havárií visutých mostů.



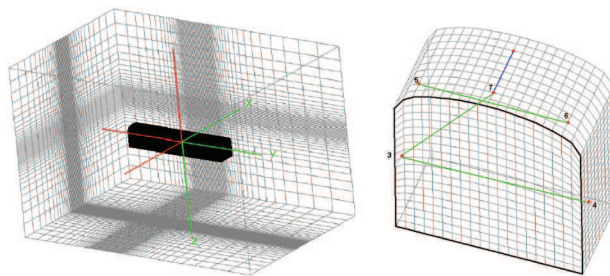
Model dvojlánového visutého mostu / Model of two main cable suspension bridge

should be solved by gradual analysis with determination of how finer structure affects the coarser scale behaviour (upscaling) and vice versa. Currently, a high attention is paid to this type of problems. In our case, we have developed a method for testing of digital samples with the structure described by means of computer tomography. The testing uses different types of loading, meets mathematically founded estimates, solves large 3D problems with the need of iterative methods that are robust with respect to heterogeneity and jumps in the local material properties.

The homogenization methods were implemented in the GEM software, calibrated and used e.g. for the analysis of coal geocomposites arising in coal seam grouting.

### *Inverse problems*

Inverse analysis aims to identify material and other parameters of the solved problems, which are in standard use of the finite element method (solving the forward problem) considered as known input parameters. The identification of unknown parameters is possible due to using (partial) knowledge of the solution of the direct problem.



APSE - měření konvergence při postupu čela tunelu pro inverzní analýzu počátečního napěťového stavu / APSE - measuring of convergences in course of tunnel face progress for inverse analysis of initial stress state

We used the inverse analysis for investigation of APSE (Aspo Pillar Stability Experiment) within the Decovalex project for improving the knowledge of the initial stress and thermal properties of the rock mass. The partial knowledge of the direct problem solution was represented here by measured temperature during rock mass heating and convergence of selected points on the access tunnel wall during the tunnel construction. Inverse analysis was also used for determination of the local parameters (elasticity modules) of geocomposites.

### *The analysis of suspension bridges*

Suspension bridges are modelled as one-dimensional beams suspended by a cable system. The cable system consists of main and vertical cables, which are modelled as flexible and absolutely non-extensible one-dimensional objects. The main attention is paid to issues of instability under the dynamic action of wind and study of issues related to the structure of the spectrum of vertical and torsional oscillations of the deck and their influence

### *Modelování geosyntetických trubic*

Geosyntetické trubice jsou objekty vytvořené ze speciálních syntetických materiálů jejichž délka je teoreticky neomezená. Bývají plněné většinou vodou s pískem nebo bahnem.

Byl analyzován 2D model trubice, který popisuje tvar, tlakové poměry uvnitř plnicího materiálu a napěťové poměry v syntetické tkanině, ze které je vyrobena trubice. Rovněž byly sestaveny a analyzovány rovnice trubice plněné několika kapalinami různých měrných hustot.

on the stability in the case of crosswind. The results are applied to the explanation of some serious accidents of the suspension bridges.

### *Modelling of geosynthetic tubes*

Geosynthetic tubes are objects made from special synthetic materials whose length is theoretically unlimited. They are usually filled with water, sand or mud.

We analysed a 2D tube model, which describes the tube shape, the pressure conditions inside the filler material and the stress conditions in the synthetic fabric, from which the tube is made. The analytical model and equations were also formulated for tubes filled with liquids of different specific densities.

## **Projekty řešené v posledních letech / Recently solved projects**

Centrum excelence IT4Innovations / Centre of excellence IT4Innovations, 2011 - 2015, CZ.1.05/1.1.00/02.0070.

Vytvoření multidisciplinárního týmu pro spolehlivé řešení nelineárních úloh mechaniky / Creating a multi-disciplinary team for a reliable solution of nonlinear problems of mechanics, 2011 - 2014, Operational programme Education for competitiveness OPVK, MEYS, CZ.1.07/2.3.00/20.0070.

Rozvoj modelů sdružených THM procesů a jejich validace pomocí experimentů / Development of Coupled Models and Their Validation Against Experiments, 2008 - 2011, Decovalex 2011, SURAO.

Víceúrovňové modelování a rentgenová tomografie v geotechnice / Multilevel modelling and X-ray tomography in geotechnics, 2009 -2011, GACR, 105/09/1830.

Analýza stability zavěšených a visutých mostů / Stability analysis of cable stayed and suspension bridges, 2008 - 2010, GACR, 103/08/1700.

Modelování a simulace náročných technických problémů / Modelling and simulation of complex technical problems, 2004 - 2008, ASCR, 1ET400300415.

Náročné simulace úloh multifyziky a multiscale v geofyzice / Large scale numerical simulations of multiphysics and multiscale problems in geophysics, 2011 - 2013, collaboration: UPPMAX Uppsala (SWE).

Posuzování stability a výtuzže podzemních konstrukcí prostředky matematického modelování a zpětné analýzy / Assessment of stability and reinforcement of underground structures through numerical modelling and back analysis, 2009 - 2011, collaboration: CIMFR (IND).

Mikrostruktura a multiscale modelování v bio- a geo-mechanice / Microstructure and multiscale modelling in bio- and geomechanics, 2008 - 2010, collaboration: IPP BAS Sofia (BG).

## **Vybrané publikace / Selected publications**

Axelsson, O. A general approach to analyse preconditioners two-by-two block matrices. Numerical Linear Algebra with Applications, 2012, 2 (19), pp. 1-20.

Blaheta, R., Sokol, V. Multilevel Solvers with Aggregations for Voxel Based Analysis of Geomaterials. Lecture Notes in Computer Science 7116, 2012, pp. 489-497.

Blaheta, R., Hrtus, R., Kohut, R., Jakl, O. Optimization Methods for Calibration of Heat Conduction Models. Lecture Notes in Computer Science 7116, 2012, pp. 541-548.

Blaheta, R., Kohut, R., Kolcun, A., Souček, K., Staš, L., Vavro, L. Digital Image Based Numerical Micromechanics of Geocomposites with Application to Chemical Grouting. To appear Int. J. Rock Mech. Mining Sci.

Blaheta, R., Byczanski, P., Čermák, M., Hrtus, R., Kohut, R., Kolcun, A., Malík, J., Sysala, S. Analysis of Äspö Pillar Stability Experiment: Continuous TM Model Development and Calibration. To appear in Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, special issue Decovalex 2011

Axelsson, O. Preconditioners for regularized saddle point matrices. Journal of Numerical Mathematics, 2011, 2 (19), pp. 91-112.

- Harasim, P. On the worst scenario method: Application to a quasilinear elliptic 2D-problem with uncertain coefficients. *Applications of Mathematics*, 2011, 5 (56), pp. 459-480.
- Andersson, C.-J., Feng, X., Pan, P., Koyama, T., Kwon, S., Lee, C. S., Rinne, M., Shen, B., Lan, H., Chen, Y., Zhou, C., Blaheta, R., Kohut, R., Jing, L. Modeling the Äspö pillar stability experiment. In Zhao, J., Labiouse, V., Dudt, J.P., Mathier, J.F. (ed.). *EUROCK 2010*. London: CRC Press, Taylor and Francis Group, Balkema, 2010, pp. 787-790.
- Axelsson, O. An additive matrix preconditioning method with application for domain decomposition and two-level matrix partitionings. *Lecture Notes in Computer Science* 5910, 2010, pp. 76-83.
- Axelsson, O., Karátson, J. Condition number analysis for various forms of block matrix preconditioners. *Electronic Transactions on Numerical Analysis*, 2010, 36 (36), pp. 168-194.
- Axelsson, O. Milestones in the Development of Iterative Solution Methods. *Journal of Electrical and Computer Engineering* 2010, 2010, pp. 1-33.
- Axelsson, O., Blaheta, R. Preconditioning of matrices partitioned in  $2 \times 2$  block form: Eigenvalue estimates and Schwarz DD for mixed FEM. *Numerical Linear Algebra with Applications*, 2010, 5 (17), pp. 787-810.
- Blaheta, R., Jakl, O., Kohut, R., Starý, J. GEM - A Platform for Advanced Mathematical Geosimulations. In Wyrzykowski, R.; Dongarra, J.; Karczewski, K.; Wasniewski, J. (ed.). *Parallel Processing and Applied Mathematics. Revised Selected Papers. Part 1..* Berlin, Heidelberg, New York: Springer - Verlag, 2010, pp. 266-275.
- Malík, J., Sysala, S. Analysis of geosynthetic tubes filled with several liquids with different densities. *Geotextiles and Geomembranes*, 2010, 29, pp. 249-256.
- Sysala, S. Numerical Modelling of Semi-Coercive Beam Problem with Unilateral Elastic Subsoil of Winkler's Type. *Applications of Mathematics*, 2010, 2 (55), pp. 151-187.
- Axelsson, O., Karátson, J. Equivalent operator preconditioning for elliptic problems. *Numerical Algorithms*, 2009, 3 (50), pp. 297-380.
- Axelsson, O., Blaheta, R., Neytcheva, M. Preconditioning of boundary value problems using elementwise Schur complements. *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications*, 2009, 2 (31), pp. 767-789.
- Blaheta, R., Jakl, O., Starý, J., Krečmer, K. Schwarz DD method for analysis of geocomposites. In Topping, B.H.V., Costa Neves, L.F., Barros, R.C. (ed.). *Proceedings of the 12th International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing*. Stirlingshire: Civil-Comp Press, 2009, pp. 1-12.
- Malík, J. Some problems connected with 2D modelling of geosynthetic tubes. *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, 2009, 2 (10), pp. 810-823.
- Jakl, O., Kohut, R., Starý, J. MPI and open MP computations for nuclear waste deposition models. In Wyrzykowski, R. (ed.). *Parallel Processing and Applied Mathematics. Revised Selected Papers..* Berlin Heidelberg: Springer, 2008, pp. 409-418.
- Blaheta, R. Application of hierarchical decomposition: Preconditioners and error estimates for conforming and nonconforming FEM. In Lirkov, I., Margenov, S., Waśniewski, J. (ed.). *Large-Scale Scientific Computing*. Berlin : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008, pp. 78-85.
- Blaheta, R., Byczanski, P., Kohut, R., Starý, J. Modeling THM processes in rocks with the aid of parallel computing. In *Thermo - Hydromechanical and Chemical Coupling in Geomaterials and Applications*. London, Hoboken : ISTE Ltd, John Wiley and Sons, Inc, 2008, pp. 373-380.
- Malík, J., Kolcun, A., Prasad, V.V.R., Mohnot, J.K. Back Analysis for effective design of bolt reinforcement - A case study for design of shaft. In Kanjlia, V. K. (ed.). *World Tunnel Congress 2008 - Proceedings*. New Delhi: Central Board of Irrigation and Power, 2008, pp. 305-312.
- Malík, J. Generalized G-convergence for quasilinear elliptic differential operators. *Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications*, 2008, 2 (68), pp. 304-314. ISSN 0362-546X.
- Axelsson, O., Karátson, J. Mesh independent superlinear PCG rates via compact - equivalent operators. *SIAM Journal on Numerical Analysis*, 2007, 4 (45), pp. 1495-1516. ISSN 0036-1429.
- Blaheta, R., Byczanski, P., Šňupárek, R., Hájek, A. Geomechanical problems of an underground storage of spent nuclear fuel and their mathematic modelling. *Acta Montanistica Slovaca*, 2007, 1 (12), pp. 140-146. ISSN 1335-1788.
- Blaheta, R., Kohut, R., Neytcheva, M., Starý, J. Schwarz methods for discrete elliptic and parabolic problems with an application to nuclear waste repository modelling. *Mathematics and Computers in Simulation*, 2007, 1-3 (76), pp. 18-27.



# Oddělení environmentální geografie

## Department of environmental geography

**Vedoucí / Head** RNDr. Karel Kirchner, CSc.

**Tým / Staff** Mgr. Stanislav Cetkovský, RNDr. Jan Divíšek, Mgr. Petr Dvořák, Ph.D., RNDr. Bohumil Frantál, Mgr. Petr Halas, Ph.D., doc. RNDr. Marian Halás, Ph.D., RNDr. Mojmír Hrádek, CSc., Mgr. Eva Kallabová, Ph.D., Mgr. Pavel Klapka, Ph.D., Mgr. Alžběta Klímová, Mgr. Petr Klusáček, Ph.D., Mgr. František Kuda, doc. Ing. Jan Lacina, CSc., Mgr. Stanislav Martinát, RNDr. Jan Munzar, CSc., Mgr. Eva Nováková, RNDr. Stanislav Ondráček, RNDr. Robert Osman, Mgr. Pavel Roštínský, Ph.D., doc. RNDr. Antonín Vaishar, CSc., RNDr. Jana Zapletalová, CSc.

Oddělení environmentální geografie Ústavu geoniky AV ČR vzniklo v roce 1993 v rámci transformace tehdejší Československé akademie věd a do své náplně převzalo část činnosti dřívějšího Geografického ústavu ČSAV v Brně. Pracoviště bylo tehdy definováno jako územně odloučené Oddělení geografie životního prostředí Ústavu geoniky AV ČR. Jeho výzkumné aktivity byly od počátku definovány v intencích "environmentální geografie", kterou je možné - z hlediska konceptuálního a metodologického - považovat za průnik fyzické a humánní geografie. Mezi základní objekty výzkumu tak vždy patřilo životní prostředí a krajina, vůči nimž byl uplatňován komplexní přístup zahrnující studium všech složek (nejen fyzického, ale i socioekonomického a kulturního prostředí). Výzkum zaměřený právě na dynamiku probíhajících procesů, antropogenní změny a úlohy ochrany životního prostředí a krajiny ve vztahu k územnímu plánování, regionálnímu rozvoji a kvalitě života obyvatel je v současné době velmi významný.

### Hlavní témata výzkumu

Zaměření hlavních témat výzkumu zůstává nerozlučně spjata s platformou environmentální geografie. Cílem oddělení je pomocí terénního mapování a dalších metod geografického výzkumu studovat relativně komplexně vztahy mezi přírodními a společenskými procesy a jevy v krajině. Metodicky má stěžejní význam multidisciplinární charakter oddělení, neboť jsou zastoupeni specialisté ze sociální geografie, sociologie, krajinné ekologie i fyzické geografie. Tato situace umožňuje vytváření pracovních týmů, které zohlední všechny aspekty zkoumané problematiky. Specifické metodické přístupy jsou uplatňovány při komplexním pojetí zkoumání přírodních hazardů - tj. výzkum charakteru přírodního hazardu, historických dopadů a prostorového rozšíření, časového vývoje včetně zkoumání dopadů daného jevu na společnost metodami sociální (humánní) geografie. Metodicky unikátní jsou i dílčí přístupy ke zkoumané problematice (např. geobiocenologický přístup ke studiu územních systémů ekologické stability, koncepce postindustriální krajiny, hodnocení geomorfologických lokalit, studium sociálně-prostorových dopadů revitalizace a renaturalizace brownfields a sociálních aspektů rozvoje obnovitelných zdrojů energie). Základní důraz je kladen na empirický výzkum, který je nezbytný v době prudce se měnící reality a z něhož

The Department of Environmental Geography of the Institute of Geonics of the AS CR was founded in 1993 during the transformation of the former Czechoslovak Academy of Sciences, when part of the activities of the Institute of Geography of the Czechoslovak Academy of Sciences in Brno was incorporated into the research plan of the Institute of Geonics. This department used to be defined as the spatially separated Department of Environmental Geography of the Institute of Geonics of the AS CR. Its research activities can be characterized, from the inception of department, in the intentions of an "environmental geography approach", which can be considered, from both conceptual and methodological points of view, as the intersection of physical and human geography. Among the primary objects of the research environment and landscape which can be identified, the complex approach that gathers studies of all the components of the environment and landscape (not only physical, but socio-economic and cultural) has always been used for this research. It has to be stressed that research focused on the dynamics of the contemporary processes, anthropogenic changes, and the protection of the role of the environment and landscape linked to spatial planning, regional development, and the quality of life of the population are very important.

### Main research topics

The focus of the main research topics is inseparably connected to the environmental geography platform. The aim of the department is to study (by using field mapping and further methods of geographical research) the relations between natural and social processes and the phenomena in landscape in a relatively complex way. From a methodological point of view, the most crucial multidisciplinary character of department can be stressed: in-team researchers with expertise in social geography, sociology, landscape ecology, and physical geography can be found. This situation enables for the creation of research working groups, where all aspects of researched problems can be taken into account. Specific methodological approaches are set during the complex research of natural hazards, i.e. the research of the character of natural hazards, historical impacts and spatial distribution, and temporal development, including research on the impacts of specific phenomenon on society by using methodology of social (human) geography.

vychází generalizace poznatků, která směřuje ke geoinformatické interpretaci výsledků. Nejvýznamnější výzkumné aktivity v uplynulém období byly realizovány mimo jiné v rámci následujících mezinárodních a národních grantových projektů.

### *Regenerace brownfields*

Mezinárodní výzkumný projekt 7. rámcového programu EU TIMBRE si klade za cíl podporovat konečné uživatele (investory/stakeholdery) v překonávání existujících překážek regenerace brownfields pomocí rozvíjení a poskytování speciálně upravených a cílených balíčků technologií, přístupů a řídicích nástrojů určených k plánování obnovy a oživení brownfields v rámci členských zemí EU. Řešitelské konsorcium sdružuje 15 členů s mezinárodním vědeckým renomé a s rozsáhlými praktickými zkušenostmi ve vývoji dlouhodobě udržitelných přístupů a technologií pro regeneraci brownfields na evropské i národní úrovni. Kvalita výzkumu je dále podporována Mezinárodní poradní komisí renomovaných odborníků ze zemí, které mají dlouhodobé zkušenosti se zkoumanou problematikou regenerace brownfields z USA, Velké Británie, Francie či Německa.



Modelová lokalita brownfields - Ostrava (bývalá koksovna Karolina v centrálním městském obvodu Moravská Ostrava) / Brownfields site in Ostrava (former coke plant in central urban district Moravian Ostrava)

Projekt s výrazným interdisciplinárním charakterem usiluje o hledání nových možností řešení jak v oblasti technologií (např. nové metody dekontaminace znečištěných spodních vod či dekonstrukce zchátralých budov a jiných objektů), tak i v oblasti rozhodovacího procesu (nástroje zaměřené na poskytování informací skupinám aktérů spjatých s rozhodovacím procesem). Tým Ústavu geoniky má především za úkol identifikovat faktory ovlivňující úspěšnou regeneraci brownfields v rámci čtyř zkoumaných zemí (Česká republika, Německo, Polsko, Rumunsko) a vytvořit nástroj pro prioritizaci ploch s výskytem brownfields. Hodnocení je založeno na multikriteriální rozhodovací analýze (MCDA) s využitím kvantitativních (dotazníkové průzkumy, prostorová analýza, faktorová a shluková analýza) i kvalitativních metod (expertní rozhovory). Jeho

As methodologically unique, partial approaches to research problems can also be mentioned (i.e. a geobiocenological approach to the study of territorial systems of ecological stability, the concept of post-industrial landscape, the evaluation of geomorphologic localities, studies on the socio-spatial impacts of regeneration and renaturalisation of brownfields, and the social aspects of the development of renewable sources of energy). A large emphasis is placed on empirical research that is necessary in the contemporary world of dynamic changes of reality, from which arise a generalisation of achieved knowledge and head toward a geoinformatical interpretation of research results. The most important research activities have recently been realized in the framework of the following international and national research projects.

### *Tailored Improvement of Brownfield Regeneration in Europe*

The European 7th Framework Project TIMBRE aims to support end-users in overcoming existing barriers by developing and providing customised problem - and target-oriented packages of technologies, approaches, and management tools for the reuse, planning, and remediation of a mega-site. The project team consists of a truly European consortium that integrates 15 partners, which have an international reputation for scientific excellence and a broad practical experience in delivering sustainable brownfield regeneration approaches and technologies to end-users. Moreover, the project is supported by an International Advisory Board of renowned experts from the USA, Great Britain, France and Germany.



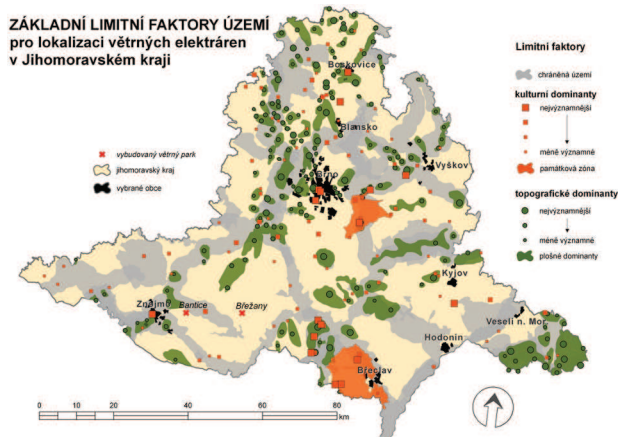
Modelová lokalita brownfields - Studénka (opuštěné a zchátralé kino Tatra) / Brownfields site - Studénka (former cinema Tatra, abandoned and devastated)

This research project, with a wide interdisciplinary background, is trying to find new possibilities in the identification of both proper technologies (e.g. new methods for decontamination of polluted ground water or deconstruction and reuse of material from abandoned buildings) and the decision-making process (tools for stakeholders focused on spreading information for proper decision making). The

cílem je zhodnotit hlavní charakteristiky procesu regenerace brownfields, jako jsou hlavní atributy a charakteristické znaky dané plochy/místa (historie, předchozí využití pozemku atd.), plánovací a rozhodovací proces (cíle rekonstrukce, zprostředkovatelské činnosti, financování) a zhodnocení skutečných a vnímaných pozitivních a negativních dopadů a souvislostí projektů. Výsledky budou mimo jiné použity k ověření platnosti a relevance různých modelů regenerace brownfields.

*Energetika v krajině: inovace, dynamizace a internacionalizace výzkumu*

Výzkumné cíle a aktivity tohoto projektu se soustředí na velmi aktuální a environmentálně a sociálně signifikantní téma: problematiku využívání krajiny pro energetické účely. Pozornost je zaměřena nejen na tradiční formy získávání energie z krajiny spojené s exploatací fosilních paliv, jaderné či vodní energie, ale i na novější - tzv. obnovitelné či alternativní formy produkce energie, jakými jsou větrné elektrárny, fotovoltaické elektrárny, bioplynové stanice či pěstování energetických plodin.



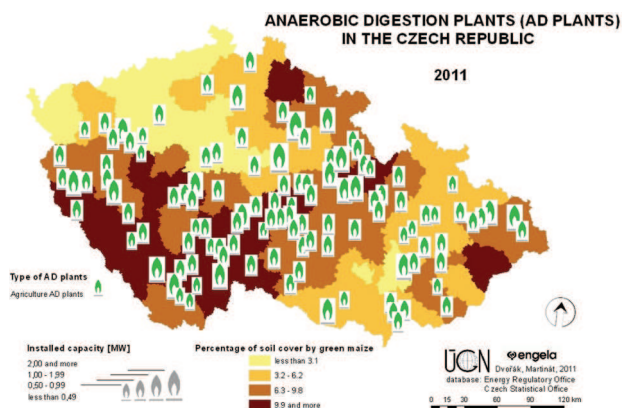
Mapa limitních faktorů území pro lokalizaci větrných elektráren v Jihomoravském kraji / A map of the limits factors for localisation of new wind power plants in South-Moravian Region

Cílem projektu s mezinárodní účastí v řešitelském týmu (Dr. Van der Horst, School of Geography, Earth and Environmental Science, University of Birmingham) je konstituovat meziinstitucionální a multidisciplinární vědeckovýzkumnou platformu schopnou mezinárodního zapojení a konkurence ve výzkumu rozvoje energetiky a jejích dopadů na krajinu; integrovat zkušenosti ze zahraničí a rozvinout je do podoby znalostního portfolia a teoreticko-metodologického aparátu využitelného jak pro další rozvoj odborných kompetencí členů týmu a jeho zkvalitnění, tak i pro praxi. Prostředky k dosažení těchto cílů zahrnují internacionalizaci projektového týmu formou zapojení zahraničních odborníků, transfer zkušeností formou společných výzkumných aktivit, pořádáním tematických workshopů, konferencí, stáží, prezentací výsledků na konferencích a společnými publikačními aktivitami. Další aktivity projektu zahrnují nejrozličnější formy školení odbor-

aim of the research group Institute of Geonics is to identify factors that influence the success of brownfield regeneration projects in four European countries (the Czech Republic, Germany, Poland, Romania) and to develop tools for the prioritisation of areas where brownfields occur. Evaluation is based on multicriteria decision analysis (MCDA) by using quantitative (questionnaire surveys, spatial analysis, cluster and factor analysis) and qualitative (expert interviews) methods. Its aim is to assess the main features of brownfield regeneration processes, e.g. the main attributes and typical features of a chosen site/area (history of the area, previous use of land, etc.), the planning and decision-making process (the aim of regeneration, mediation activities, financing of the project), and the evaluation of real and perceived positive and negative impacts and consequences of different types of projects. Results will be used for the verification and relevance of different models for brownfield regeneration.

*Energy landscapes: innovation, development and internationalization of research*

The project's objective is to form an interinstitutional and multidisciplinary research and development platform capable of international linkage and competitiveness in the research of energy industry development and its impacts on landscape; to integrate foreign experience and elaborate it into a knowledge portfolio and a theoretical-methodological apparatus which will be utilizable for both the further development and improvement of team expert competencies and a general practice. The means of achieving the objective will include the internationalization of the project team (i.e. an involvement of foreign experts), a transfer of gained experiences by holding common field research activities, an organization of a few thematic workshops and conferences, presentations of gained results at conferences, and a preparation of common publications. Other activities include a variety of specialized trainings for professionals and managers, tutoring of students, and the participation of the partner universities' students on project research activities.



Mapa rozmístění bioplynových stanic na území ČR ve vztahu k pěstování kukuřice na zeleno / A correlating map between the location of biogas stations in the Czech Republic and sewing areas covered by green maize

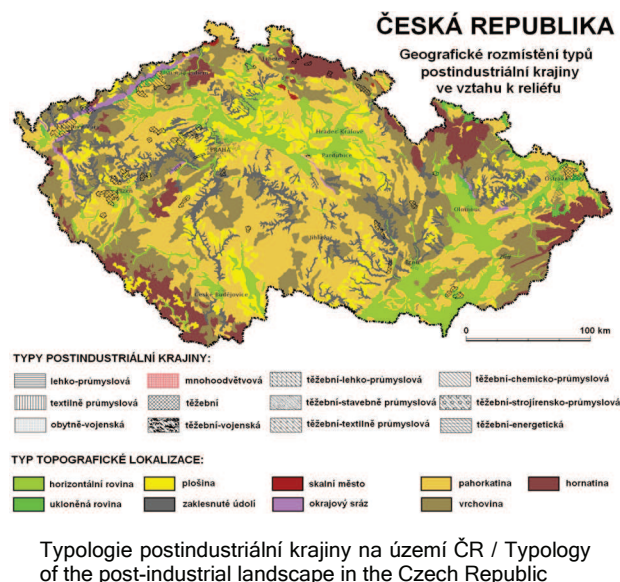


ných pracovníků, výuku a tvorbu nových tématických předmětů a také participaci studentů partnerských univerzit na výzkumných aktivitách. Je to projekt Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost (CZ.1.07/2.3.00/20.0025), který je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

### Osud české postindustriální krajiny

V rámci projektu se zaměřila pozornost na průmyslovou a následně postindustriální krajinu, kterou definují určité charakteristické fyziognomické, strukturní, dynamické a funkční rysy. V industriální krajině jsou tyto parametry „recentní“, zatímco v postindustriální krajině, kromě jiných, jde o charakteristiky „fosilní“. Jako celek lze tyto krajiny popsat výčtem prvků v jejich synergetických a synchronických souvislostech. Společným rysem je fyziognomie daná tvářností povrchu. Typické je nakupení určitých industriálních, urbánních, komunikačních a montánních tvarů reliéfu, které odkrývají či překrývají původní jednotky geologické stavby.

Využití ploch v postindustriální krajině charakterizuje dominantní výrobní i nevýrobní zástavba s typickými objekty, rozsáhlé komunikační plochy, aktivní i pasivní těžební plochy, vodohospodářská zařízení, hustá rezidenční a servisní zástavba a devastované, později opuštěné plochy. V rámci projektu bylo vymezeno více než 100 objektů postindustriální krajiny na území České republiky, které byly detailně charakterizovány a klasifikovány dle nejvýznamnějších typů.



### Rozšíření, dynamika a historické aspekty vybraných přírodních extrémů v regionech ČR

Grantové projekty i spolupráce s akademickými pracovišti v České republice i v cizině v uplynulém období se zaměřila zejména na rozšíření a dynamiku svahových deformací a povodní na Moravě, dopady sesouvání i povodní jako disturbančního činitele na biotu krajiny a její diverzitu. Z historic-

### The destiny of the Czech post-industrial landscape

Within the project, primary attention has been paid to industrial and subsequently post-industrial landscape that is defined by certain typical physiognomic, structural, dynamic, and functional attributes. These attributes are visible in the industrial landscape as “recent”, while in the post-industrial type of landscape these features are more “fossil”. As a unit, these landscapes can be described by a list of attributes in their synergic contexts. Their common feature is physiognomy given by a character of relief. Accumulation of certain industrial, urban, communication and mining forms of relief is typical and uncovers or covers original units of geological structures.



Příklad objektů postindustriální krajiny v oblasti Paskova / Example of post-industrial landscape in the castle park of Paskov

Land-use in post-industrial landscapes can be characterized by the location of dominant production of off-production built-up areas with typical buildings, wide spread communication spaces, active and passive mining areas, water management facilities, dense residential and other built-up areas and devastated, later abandoned, areas. Within the project, more than 100 objects of post-industrial landscape have been delimited in the Czech Republic. These objects/sites were characterized in-depth, and classified according to the most important types.

### Distribution, dynamism and historical aspects of selected natural hazards in the regions of the Czech Republic

Research projects and cooperation with academic institutions, both in the Czech Republic and other countries, have been recently focused on the distribution and dynamism of slope deformations and flooding in Moravia, impacts of land-sliding and flooding as disturbant factors on landscape biocenosis and its diversity. From historical point of view, flooding has been studied with respect to its occurrence, destructive effects, and consequences for the utilisation of landscape. This problem was also studied in the wider area of the Central Euro-

kého hlediska byly studovány povodně s ohledem na jejich výskyt i destrukční účinky i vazbu na využití krajiny. Tato problematika byla řešena i s územním přesahem na středoevropský prostor. Získané výsledky o rozšíření a dopadech sesouvání a povodní prohloubily významně vědecké poznatky a vývoji reliéfu, environmentálních dopadech a poskytly podklady pro managementová opatření.

#### *Kartografická vizualizace a monitoring vybraných jevů a prvků přírodní a současné krajiny*

V rámci zpracování výzkumného záměru ústavu se pracovníci oddělení podíleli na tvorbě řady tematických a syntetických map pro Atlas krajiny České republiky (2009). Toto národní mapové dílo prezentuje poprvé krajinu ČR v nových společensko-ekonomických podmínkách po roce 1989. Námi zpracované tematické analytické a syntetické mapy různých měřítek prezentují nejnovější výsledky výzkumu krajiny (zejména geomorfologie, klimatologie, využití krajiny). Zpracované mapy umožňují zlepšení managementu krajiny, jejich vývojových trendů a únosnosti z hlediska realizace budoucích záměrů. Kartografické vizualizace GIS aplikace byly významně uplatněny např. při modelování dynamiky prostorových vazeb ekotonů, při analýzách viditelnosti větrných elektráren, modelování prostorového chování obyvatel v urbánních strukturách a mnoha dalších tématických.



Pozemní laser skener na lokalitě Ledové sluje v Národním parku Podyjí / Terrestrial laser scanner in locality Ledové sluje in National Park Podyjí

Významným přínosem pro monitoring dynamiky současných krajinoformujících procesů, získávání dat a zpracování GIS se stává využití pozemního pulsního 3D laserového skeneru zn. Leica ScanStation C10 doplněného systémem pro příjem dat z globálních navigačních satelitních systémů a GPS/GNSS Viva NetRover GS08. Výzkumy jsou zaměřeny do oblasti dynamické geomorfologie a jedinečných přírodních lokalit (Národní park Podyjí).

#### **Hlavní vědecké výsledky**

Mezi hlavní vědecké výsledky oddělení environmentální geografie patří zejména články v prestiž-

pean region. Achieved research results on the distribution and effects of land-slides and flooding significantly deepened scientific knowledge on relief development and environmental impacts, as well as provided background for the management of such areas.

#### *Cartographical visualisation of the selected issues and phenomenon of the natural and current landscape*

In the framework of the research plan of the institute, researchers of the department participated in the creation of a set of thematic and synthetic maps for an atlas of the landscape of the Czech Republic (2009). This national map composition presents the landscape of the Czech Republic for the first time under the new socio-economic conditions after 1989. Our thematic, analytical, and synthetic maps of different scales present the newest knowledge from landscape research activities (especially geomorphology, climatology, land-use). The prepared maps, which can be used not only by experts but by the public as well, can improve the management of landscapes, their development trends, and limitations from the point of future planning. Cartographical visualisation and GIS application are used, for example, by the modelling of the dynamism of the spatial relations of the ecotones, by analysing the location of windmills, by modelling the spatial behaviour of the inhabitants in the urban structures, and in many other issues.

As a very important contribution for the monitoring of dynamics of the contemporary processes in landscape, the gaining of data and its processing by GIS tools, 3D laser scanner (Leica ScanStation C10 with tool for processing of data from global navigation systems and GPS/GNSS Viva NetRover GS08) can be mentioned. Research is focused on the field of dynamical geomorphology and is used in unique localities where nature is strictly protected (Podyjí National Park).



Pozemní laser skener (Leica ScanStation C10) / Terrestrial laser scanner (Leica ScanStation C10)

#### **Main scientific results**

As main research results of the Department of Environmental Geography, papers in high quality



ních vědeckých časopisech (viz vybrané publikace) a monografické publikace, které byly hlavními vědeckými výstupy některých grantových projektů. Z nejvýznamnějších knih je možné zmínit například následující publikace:

*Větrná energie v České republice: hodnocení prostorových vztahů, environmentálních aspektů a socioekonomických souvislostí*



Monografie přináší komplexní a souhrnné zhodnocení otázek spojených s rozvojem větrné energetiky na území České republiky, které vychází z analýzy prostorových vztahů, environmentálních aspektů a sociálních a ekonomických souvislostí dané problematiky. Důraz je kladen na provázanost zahraničních zkušeností s vlastními poznatky a závěry empirických výzkumů. Základem je interdisciplinární přístup, který zahrnuje a systematicky hodnotí široké spektrum vzájemně souvisejících aspektů fyziko-geografických, environmentálně-ekologických, humánně geografických a sociologických, ale i otázky legislativní, ekonomické, otázky vlivu na zdraví obyvatelstva, kvalitu života atd.

*Residential Change and Demographic Challenge - The Inner City of East Central Europe in the 21st Century*

Knižní publikace v angličtině, kterou vydalo nakladatelství Ashgate, se zabývá vybranými jevy, které jsou spjaty se socio-demografickými změnami ve čtyřech zkoumaných městech (Lódž, Gdaňsk, Brno a Ostrava) a jejich vnitřních částech. Pozornost je mimo jiné zaměřena na detailní analýzu témat souvisejících s druhým demografickým přechodem: pokles počtu obyvatel a stárnutí populace, vzrůstající diverzita a heterogenita domácností, zmenšo-

and scientific reputation journals (see chosen publications) and scientific monographs must be stressed. These publications represent the results of chosen research projects carried out by the department. For the most important book we are choosing:

*Wind energy in the Czech Republic: an assessment of spatial relations, environmental aspects, and socio-economic context*

The monograph brings a relatively complex and comprehensive evaluation of the frequently asked questions related to the development of wind energy in the Czech Republic; the evaluation is based on the analysis of spatial relations, environmental aspects, and the social and economic connections of the given issues. Emphasis is placed on the synthesis of knowledge from abroad and the findings of empirical research. An interdisciplinary approach forms the basis; it involves and systematically evaluates a wide set of mutually related aspects (physical-geographical, environmentally-ecological, human-geographical, and sociological), questions of legislative and economic character, and, finally, issues connected with the impact on the health of the population, quality of life, etc.



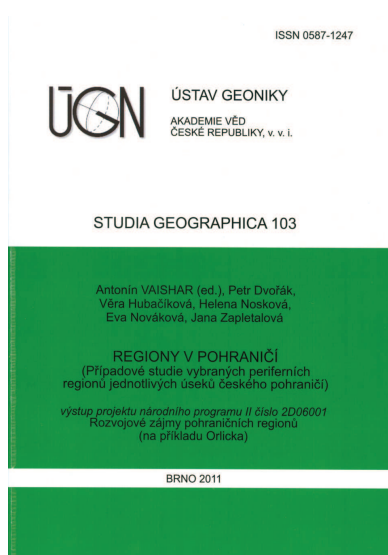
*Residential Change and Demographic Challenge - The Inner City of East Central Europe in the 21st Century*

Going beyond the assumption that East Central European cities are still „in transition“, this book draws on the post-socialist paradigm to ask new questions about the impact of demographic change on residential development in this region. Focusing on four second-order cities in this region, it examines Gdansk and Lódz in Poland, and Brno and Ostrava in the Czech Republic, as examples, and deals with the nexus between urban development and demographic change for the context of East-Central European cities. It provides a framework for linking urban and demographic research. It discusses how residential areas and urban development cope with changes in population development, household types, and different forms of in- and out-migration, and goes on to explore parallels and





Ústavem pro soudobé dějiny AV ČR, v.v.i., Národohospodářským ústavem AV ČR, v.v.i. a Sdružením obcí Orlicko byla vydána publikace, která se zaměřuje na problematiku pohraničí v historických a prostorových souvislostech. Důraz byl položen na rurální pohraničí. Pohraničí jako celek bylo analyzováno na mikroregionální úrovni. Pozornost byla věnována sociální, ekonomické i přírodní problematice, jakož i historickému vývoji po druhé světové válce. Metodologicky byla tato část práce založena na analýze statistických dat, kartografických podkladů a archivních materiálů. Výzkum pracoval i s vybranými případovými mikroregiony.



### Konference Congeo

CONGEO 2011 bylo v pořadí osmou geografickou konferencí, kterou od roku 1993 organizovalo Oddělení environmentální geografie Ústavu geoniky AV ČR. Tato konference je mezinárodním setkáním nejen geografů, které je pořádáno v dvouletých intervalech. Poslední téma z řady konferencí Congeo bylo věnováno prezentacím výzkumů z oblasti vlivů energetiky v krajině.

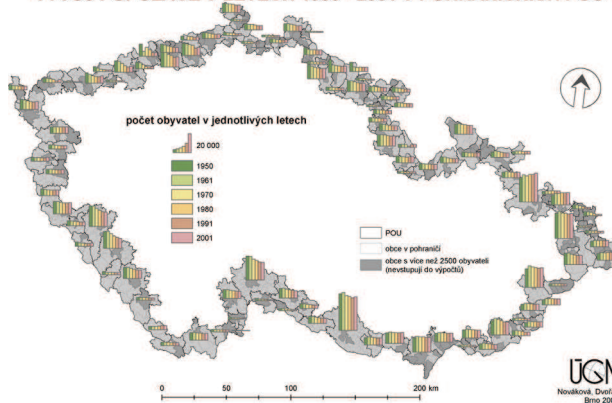
### Aplikační výsledky

Mezi hlavní aplikační výsledky oddělení environmentální geografie patří zejména výzkumy realizované ve spolupráci se soukromými subjekty, projekty pro státní správu či spolupráce na projektech vzdělávacích, které usilují o zkvalitnění edukace na vysokých školách. Z aplikačních výsledků je například možné jmenovat:

#### *Monitoring ekosystémů v užším zájmovém území ložiska Rožná a v povodí Bukovského potoka*

V rámci tohoto výzkumu jsou v území ovlivněném těžbou a úpravou uranových rud na 28 testovacích plochách sledovány opakovanými fytoocenologickými snímky (již od roku 1998) změny vegetace. Zvláštní pozornost je přitom věnována avifauně rozlehlých odkališť a řízené skládce TKO Bukov.

### VÝVOJ POPULACE V LETECH 1950 - 2001 V POHRANIČNÍCH POU



Mapa vývoje populace v pohraničních oblastech České republiky v letech 1950 - 2001 / A map of population change in border regions of the Czech Republic, 1950 - 2001

### Congeo conferences

CONGEO 2011 was the 8th presentation of the geographical conferences organized by the Department of Environmental Geography at the Institute of Geonics ASCR (since 1993), which continues the tradition of biennial international meetings of geographers and other social scientists dealing with contemporary regional problems.



Last year's conference was organized in the context of a recently initiated research project: "Energy Landscapes: Innovation, Development, and Internationalization of Research", aimed at accelerating international collaboration in research in the field of Energy and Landscape Interrelationships.

### Applied results

Between the main applied results of the Department of Environmental Geography, research carried out in cooperation with private companies and public administration should be pointed out. In addition, cooperation with universities on educational projects must be mentioned. From the sphere of applied results, the department has been working on, among others, these projects:

#### *A narrow case study of ecosystem monitoring in the deposit area of Rožná and in catchments of the Bukovský stream*

Within this project, 28 test sites for monitoring the ecosystems and vegetation changes were resea-

### *Monitoring vlivů likvidace křídlatky (Reynoutria sp.) v povodí řeky Morávky*

Předmětem výzkumu je monitoring mechanické a chemické likvidace křídlatky v povodí Morávky, zejména v její nejvýznamnější části Niva Morávky, která je navržena v rámci programu EU Natura 2000 mezi evropsky významné lokality. Roku 2007 bylo založeno 16 testovacích ploch a podrobně zachyceno fytoocenologickými snímky. Jejich rozbor umožnil upřesnit některé vztahy mezi invazními neofyty a původní lužní vegetací.

### *Inovace výuky geografických studijních oborů (Geoinovace)*

Projekt usiluje o zvýšení kvality výuky geografických studijních programů na Masarykově univerzitě v Brně a Univerzitě Palackého v Olomouci prostřednictvím implementace čtyř souborů opatření: (1) zavedení 15 nových a inovaci 14 předmětů s důrazem na tvorbu moderních studijních materiálů, e-learning, výuku v angličtině, interaktivní metody výuky a posílením environmentálních témat a GIS; (2) zlepšení spolupráce s praxí prostřednictvím stáží studentů, exkurzí, přednášek expertů, kulatých stolů a informačních databází pro studenty; (3) zvýšením odborných kapacit vyučujících skrze kurzy dalšího vzdělávání, krátkodobé studijní pobyty aj. a (4) posílení spolupráce mezi univerzitními pracovišti a se zahraničím. Projekt, který je realizován ve spolupráci čtyř partnerských pracovišť, má za úkol zvýšit uplatnitelnost absolventů na trhu práce a jejich konkurenceschopnost ve znalostní ekonomice.

ched using the method of phytocenological shots in an area influenced by the mining and processing of uranium. Specific attention was paid to birds that live in an area with large sludge lagoons and in the Bukov controlled waste dump.

### *Monitoring of the impact of liquidation of the Reynoutria in the catchment area of the Morávka River*

The objective of the research was the monitoring of mechanical and chemical liquidation of the Reynoutria, particularly in the catchments area of the Morávka River, which was proposed to EU Natura 2000 Programme. 16 test sites was founded and monitored by using phytocenological shots. Their analyses enabled deepened specification of relations between invasive neophytes and original bottomland vegetation.

### *Innovation of Geography education (Geoinnovations)*

This project's objectives are focused on the improvement of the quality of university education in the field of geography in Masaryk University in Brno and Palacký University in Olomouc. The objectives will be met by 4 events: (1) the creation of 15 new, and the innovation of 14 existing, courses in Geography, with an emphasis on the development of, modern, updated study materials, e-learning, courses in English, interactive methods of education, strengthening of environmental topics in education, and using GIS tools; (2) the improvement of cooperation with praxis and companies by the organizing of a round table, lectures of experts, the creation of databases for students, etc.; (3) the improvement of expertise of lecturers in Geography (short study stays, courses of expert training, etc.); (4) the strengthening of cooperation between university departments in this country and abroad. Within the project, four partners cooperate. The overall aim is to improve competitiveness and employability of students in the foundation of knowledge.

## **Projekty řešené v posledních letech / Recently solved projects**

Energetika v krajině: inovace, dynamizace a internacionalizace výzkumu / Energy landscapes: innovation, development and internationalisation of research, 2011 - 2014, Operational programme Education for competitiveness OPVK, CZ.1.07/2.3.00/20.0025.

Tailored Improvement of Brownfield Regeneration in Europe (TIMBRE), 2011 - 2014, FP7 EU.

Osud české postindustriální krajiny / Destiny of Czech post-industrial landscape, 2009 - 2011, ASCR, IAA300860903.

Working out an experimental model for complex monitoring of protected karst territories aiming at their sustainable management and development, 2009 - 2011, NSF Ministry of Education and Science (BG), ДО02. 260/18.12.2008.

Prostorové modely chování v měnícím se urbánním prostředí z pohledu geografie času / Spatial models of behaviour in changing urban environs from point of view of time geography, 2009 - 2011, GACR, 403/09/0885.

Zemědělství v horských podmínkách, jeho časo-prostorové proměny a význam pro rozvoj horských oblastí / Farming in mountain conditions, its spatio-temporal changes and importance for development of mountain areas, 2009 - 2010, ASCR, KJB300860902.



Využití větrné energie: Hodnocení prostorových vztahů, environmentálních aspektů a sociálních souvislostí pomocí nástrojů GIS / Use of wind energy: evaluation of spatial relations, environmental aspects and social context by the means of GIS, 2008 - 2010, GACR, KJB700860801.

Social and spatial consequences of demographic change in East Central European cities / Social and spatial consequences of demographic change in East Central European cities, 2006 - 2009, Volkswagen Foundation, II/81150.

Identifikace kompetencí zatěžujících výkon územní veřejné správy se zvláštním přihlédnutím k malým obcím / Identification of competences that burden public administration with special view to small municipalities, 2007, MICR.

Výzkum veřejného mínění k problematice využívání čistých zdrojů energie v obcích Jihomoravského kraje a kraje Vysočina / Survey on public opinions in case of problem of using of clean energy sources in municipalities of the South-Moravian Region and the Vysočina Region, 2007, expert study for Ventureal A.G.

Geomorfologie údolí střední Svatky - kvartérní vývoj a environmentální aspekty / Geomorphology of valley of the Svatka River - Quaternary development and environmental aspects, 2006 - 2009, GACR, 205/06/1024.

Geografie malých měst / Geography of small towns, 2003 - 2009, ASCR, IAA3086301.

Geografie vybraných přírodních extrémů, jejich dopady a kartografická vizualizace na Moravě a ve Slezsku / Geography of selected natural hazards, its impact and cartographic visualisation in Moravia and Silesia, 2003 - 2005, GACR, 205/03/0211.

## **Vybrané publikace / Selected publications**

### *Monografie / Monographs*

Bierzyński, A., Grabowska, M., Haase, A., Klusáček, P., Maas, A., Mair, J., Martinát, S., Sagan, I., Steinführer, A., Vaishar, A., Węclawowicz, G., Zapletalová, J. Łódź, Gdańsk, Brno and Ostrava and their Inner Cities: Urban and Demographic Development during Post-socialism, Chapter 6, pp. 101-142 in: Haase, A., Steinfuehrer, A., Kabisch, S., Grossman, K.. Hall Ray (eds.): Residential Change and Demographic Challenge The Inner City of East Central Europe in the 21st Century, Ashgate, England, 2011, 380 p., ISBN 978-0754679349.

Brázdil, R., Kirchner, K. a kol. Vybrané přírodní extrémy a jejich dopady na Moravě a ve Slezsku. MU Brno, ČHMÚ Praha, ÚGN AV ČR, v.v.i. Ostrava, 2007, 431 p., ISBN 978-80-210-4173-8.

Cetkovský, S., Frantál, B., Štekl, J., et al. Větrná energie v České republice: hodnocení prostorových vztahů, environmentálních aspektů a socioekonomických souvislostí. Studia Geographica, 101, Ústav geoniky AV ČR, Brno, 2010, 209 p., ISBN 978-80-86407-84-5.

Hrnčiarová, T., Mackovčin, P., Zvara, I. et al. - za ÚGN: Kolečka, J., Kirchner, K., Lacina, J., Krejčí, T., Quitt, T. Atlas krajiny České republiky. MŽP ČR, Praha, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, Průhonice, 2009. ISBN 978-80-85116-59-5.

Kiliánová, H., Pechanec, V., Lacina, J., Halas, P. a kol. Ekotony v současné krajině. UP Olomouc, 2009, 167 p., ISBN 978-80-244-2473-6.

Kirchner, K., Smolová, I. Základy antropogenní geomorfologie. Vydala Univerzita Palackého v Olomouci, 2010, 287 p., ISBN 978-80-244-2376-0.

Kozák, J. T., Státníková, P., Munzar, J., Janata, J., Hančil, V. Povodně v Českých zemích. Vyd. Professional Publishing, Praha, 2007, 146 p. ISBN 978-80-86946-39-9.

Vaishar, A. ed., Frantál, B., Kallabová, E., Kirchner, K., Klapka, P., Lacina, J., Martinát, S., Zapletalová, J. Geografie malých měst a jejich úloha v systému osídlení. Studia geographica 99, Ústav geoniky AV ČR, v.v.i., 2008, 107 p. ISSN 0587-1247, ISBN 978-80-86407-57-9.

Vaishar, A., Dvořák, P., Hubáčiková, V., Nosková, H., Nováková, E., Zapletalová, J. Regiony v pohraničí. Studia Geographica 103, Ústav geoniky AV ČR, Brno, 2011, 133 p. ISSN 0587-1247, ISBN 978-80-86407-16-6.

### *Články / Papers*

Demek, J., Kirchner, K., Mackovčin, P., Slavík, P. Geomorphodiversity derived by a GIS-based geomorphological map: case study the Czech Republic. Zeitschrift für Geomorphologie, 55 (4), 2011, pp. 415-436, ISSN 0372-8854.

Frantál, B., Kunc, J. Wind turbines in tourism landscapes: Czech experience. Annals of Tourism Research, 38 (2), 2011, pp. 499-519, ISSN 0160-7383.

Frantál, B., Kunc, J. Factors of the uneven regional development of wind energy projects (a case of the Czech Republic). Geografický Časopis / Geographical Journal, 62 (3), 2010, pp. 183-201, ISSN 0016-7193.

- Klapka, P., Frantál, B., Halás, M., Kunc, J. Spatial organisation: development, structure and approximation of geographical systems. *Moravian Geographical Reports*, 18 (3), 2010, pp. 53-65, ISSN 1210-8812.
- Klusáček, P., Krejčí T., Kunc, J., Martinát, S., Nováková, E. Post-Industrial Landscape in the Relation to Local Self-Government in the Czech Republic. *Moravian Geographical Reports*, 19 (4), 2011, pp. 18-28, ISSN 1210-8812.
- Krejčí, T., Martinát, S., Klusáček, P. Spatial differentiation of the processes connected to the second demographic transition in post-socialistic cities (exampled on case of Brno and Ostrava, the Czech Republic). *Moravian Geographical Report*, 19 (2), 2011, pp. 39-50, ISSN 1210-8812.
- Kunc, J., Klusáček, P., Martinát, S. Percepce a lokalizace urbánních brownfields: podobnosti a rozdíly na příkladu Brna a Ostravy, *Urbanismus a územní rozvoj*, XIV, 2011 (1), pp. 13-17. ISSN 1212-0855.
- Munzar, J., Ondráček, S., Kallabová, E. Historické povodně: jejich vliv na zánik sídel, změny hranic a podíl člověka na škodách jimi způsobených. *Historická geografie*, 35 (1), 2009, pp. 359 - 378. ISSN 0323-0988.
- Navrátil, J., Martinát, S., Kallabová, E. Framework for utilizing angling as a tourism development tool in rural areas. *Agricultural Economics* 55, 10, 2009, pp. 508-518. ISSN 0139-570X.
- Steinführer, A., Bierzyński, A., Großmann, K., Haase, A., Kabisch, S., Klusáček P. Population Decline in Polish and Czech Cities During Post-socialism? Looking Behind the Official Statistics. *Urban Studies* 47 (11), 2010, pp. 2325-2346, ISSN 0042-0980.
- Raška, P., Kirchner, K. Assessing landscape changes in a region affected by military activity and uranium mining (Prameny municipality area, Western Bohemia, Czech Republic): a multi-scale approach. *Moravian Geographical Reports*, 19 (4), 2011, pp. 29-37, ISSN 1210-8812.
- Raška, P., Kirchner, K., Raška, M. Winter microclimatic regime of low-altitude scree slopes and its relation to topography: case study from the Ceske Stredohori Mts. (N Czech Republic). *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 34 (2), 2011, pp. 235-246, ISSN 0391-9838.
- Vaishar, A., Klusáček, P., Martinát, S., Nováková, E., Zapletalová, J. Auswirkungen aktueller demographischer Veränderungen auf die soziodemographische Binnenstruktur von Brno und Ostrava. *Europa Regional*, 16 (3), 2008, pp. 129-140, ISSN 0943-7142.

## Technicko-hospodářská správa

### Technical and economical administration

Vedoucí / Head Ing. Eva Poštová, CSc.

Tým / Staff

#### Technický úsek / Technical sector

Ing. Karel Sztula (vedoucí / head), Jiří Basl, Kateřina Bučková, Jan Dušek, Zina Flodrová, Jiřina Kovalová, Rudolf Koval, Danuše Pivodová, Jarmila Rennerová, Ludovít Žeravík

#### Ekonomický úsek / Economical sector

Ing. Lenka Jaskulová (vedoucí / head), Dita Glocová, Bc. Iva Imrichová, Andrea Kuchtová, Dagmar Nováková, Ing. Hana Roštínská, Eva Sochorková, Jana Stašicová, Pavla Šmakovičová, Božena Vavrečková

Hlavním úkolem technicko-hospodářské správy ústavu je zajišťování technických a ekonomických podmínek pro realizaci výzkumné činnosti ústavu.

The main function of the technical and economical administration is providing technical and economical support for research activities of the Institute.



## Knihovna

### Library

Knihovníci / Librarians Bc. Eva Dudková (Ostrava)  
RNDr. Sylvie Hofírková (Brno)

Ústav je vybaven odbornými knihovnami na obou pracovištích v Ostravě (asi 12 000 svazků) i Brně (asi 30 000 svazků). Obě tyto knihovny poskytují služby jak pracovníkům ústavu, tak širší odborné i laické veřejnosti.



The Institute is equipped by professional libraries in Ostrava (about 12 000 volumes) and Brno (about 30 000 volumes), which serve not only to the Institute but also to other specialists and non-professional public.



## Centrum excelence IT4Innovations

### Centre of excellence IT4Innovations

CZ.1.05/1.1.00/02.0070

Ústav geoniky je partnerem v projektu IT4Innovations, který společně realizuje konsorcium pěti subjektů: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (příjemce, koordinátor), Ostravská univerzita v Ostravě, Slezská univerzita v Opavě, Vysoké učení technické v Brně a Ústav geoniky AV ČR.

Centrum excelence IT for Innovations je unikátní projekt evropského Operačního programu Věda a výzkum pro inovace, jehož cílem je vybudovat národní centrum excelentního výzkumu v oblasti informačních technologií a matematického modelování s aplikacemi ve vědě a technice. Toto nově vybudované centrum umožní posílit koncentraci celé řady vědních oborů vztahujících se k informačním technologiím a dosáhnout jejich rozvoje.

Součástí projektu bude mj. pořízení velmi výkonného superpočítače, který bude uveden do provozu v roce 2014, přičemž by se měl v té době zařadit mezi 100 nejvýkonnějších superpočítačů na světě.

Centrum excelence IT4Innovations skloubí funkci výzkumného centra pro akademické účely s výzkumem pro potřeby aplikační sféry. Základem centra bude computing (výpočty, simulace), který je směřován do tří vzájemně propojených klíčových oblastí výzkumu:

IT4People (Information Technology for People) - výzkum zaměřený na zlepšení kvality života společnosti prostřednictvím moderních informačních technologií.

SC4Industry (Supercomputing for Industry) - superpočítačové výpočty pro řešení průmyslových problémů, modelování v oblasti přírodních věd a nanotechnologií.

Theory4IT (Theory for Information Technology) - oblast zaměřená především na rozvoj nových netradičních výpočetních metod.

The Institute of Geonics is a partner in the project IT4Innovations, which is jointly implemented by a consortium of five subjects: VSB - Technical University of Ostrava (acceptor, coordinator), the University of Ostrava, Silesian University in Opava, Brno University of Technology and Institute of Geonics AS CR.

The Centre of Excellence IT for Innovations is a unique project of the European Operational Programme Science and Research for Innovations with the aim to build a national Centre of Excellence in the field of information technologies and mathematical modelling with application in science and technology. The new centre will strengthen the concentration of a wide range of scientific disciplines relating to information technologies and thus achieve development in respective disciplines.

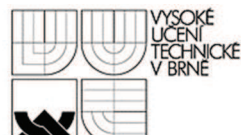
A part of the project is the acquisition of a high-performance supercomputer that is planned to be put into operation in 2014, at which time it is supposed to rank among the top 100 most powerful supercomputers in the world.

IT4Innovation Centre of Excellence is intended as a research centre that combines academic research while meeting the research needs of the application sphere. The core activity of the centre will be computing within three mutually interlinked key areas:

IT4People (Information Technology for People) - research focusing on improving the quality of life in society through modern information technologies.

SC4Industry (Supercomputing for Industry) - focusing on supercomputing in solving industry tasks, modelling in the field of natural sciences and nanotechnologies.

Theory4IT (Theory for Information Technology) - focusing on the development of new and non-traditional computing.



Centrum excelence IT4Innovations zahrnuje osm výzkumných programů:

1. IT pro řešení krizových situací
2. Numerické modelování pro řešení inženýrských problémů
3. Knihovny pro paralelní výpočty
4. Modelování pro nanotechnologie
5. IT pro zpracování znalostí
6. Metody soft computing s aplikacemi pro superpočítač
7. Rozpoznávání a prezentace informací z multi-mediálních dat
8. Bezpečné a spolehlivé architektury, sítě a protokoly



Návrh budovy pro superpočítač v areálu VŠB-TU / Proposal for supercomputer building in campus VŠB-TU

Ústav geoniky (Oddělení IT4Innovations) se podílí na řešení dvou z uvedených programů, a to VP2 Numerické modelování a VP3 Knihovny pro paralelní výpočty. Výzkum navazuje na dlouhodobé zaměření skupiny aplikované matematiky ÚGN i na zkušenosti s paralelními výpočty, které jsou zde realizovány již od poloviny devadesátých let. Podrobnosti lze nalézt na stránkách oddělení v této brožuře.



Aplikační zaměření projektu IT4Innovations / Application focus of the project IT4Innovations (Energy resources, new materials, mechanical nad power engineering, nanotechnology, security, environmental technologies)

The Centre of Excellence IT4Innovations includes eight research programmes:

1. IT for crisis management
2. Numerical modelling for solving engineering problems
3. Libraries for parallel computing
4. Modelling for Nanotechnology
5. IT for knowledge processing
6. Methods of soft computing with supercomputer applications
7. Recognition and presentation of information from multimedia data
8. Safe and reliable architectures, networks and protocols

The Institute of Geonics (Department IT4Innovations) participates in two of the above research programmes, RP2 Numerical modelling and RP3 Libraries for parallel computing. The research carries on long term focus of the applied mathematics group at the institute as well as experience with parallel computing, which have been used from the mid 90's. Details can be found on department pages of this brochure.

## **Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin**

### **Institute of Clean Technologies for Mining and Utilization of Raw Materials for Energy Use**

**CZ.1.05/2.1.00/03.0082**

Ústav geoniky AV ČR, je partnerem v projektu Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin, který je řešen společně s Hornicko-geologickou fakultou VŠB TU (příjemce dotace) a je financován z ERDF (Evropský fond pro regionální rozvoj) v rámci operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace. Řešení projektu přináší koncentraci zdrojů a mimořádné investiční prostředky na rozvoj nejmodernějšího přístrojového vybavení.

Základním cílem projektu je vytvoření institutu, který se věnuje komplexně výzkumu jevů a procesů těžby a užití energetických surovin i dalšímu využití horninového prostředí ve dvou výzkumných programech:

Zadáním výzkumného programu „Vícefázové horninové prostředí“ je získat poznatky o fyzikálních, chemických, izotopových, strukturních a mechanických vlastnostech složek prostředí pomocí moderní instrumentální techniky, která zásadním způsobem zvyšuje úroveň poznání a možnosti jejich zobecnění pro dané geologické podmínky pomocí matematického modelování. Tyto informace jsou základním předpokladem pro návrh environmentálně šetrných technologií při exploataci nerostných surovin.

Výzkumný program „Environmentálně šetrné technologie“ se zabývá problematikou využití vedlejších produktů pro zavedení bezodpadových technologií při těžbě nerostných surovin a vytvoření podmínek pro minimalizaci bezpečnostních rizik exploatace. Environmentálně šetrná těžba nerostných surovin je složitým procesem, který vyžaduje řešení celého spektra specifických problémů od aplikace nových poznatků o vlastnostech a chování horninového prostředí přes vývoj nových technologií dobývání a úpravy energetických surovin až po jejich bezpečnostní aspekty a environmentální dopady.

The Institute of Geonics AS CR is a partner in the project Institute of Clean Technologies for Mining and Utilization of Raw Materials for Energy Use, which is solved jointly with the Faculty of Mining and Geology of VŠB-TU (grant acceptor). The project is financed from ERDF (European Regional Development Fund) in the frame of the operational program Research and Development for Innovations. The project brings a concentration of resources and finance for the development of advanced research equipment.

The basic aim of the project is the establishment of an institute (centre) that will be concerned with comprehensive research on the phenomena and processes of mining and the utilization of raw materials for energy use as well as other tasks of the earth crust employment. The project is structured into two research programmes:

The aim of the programme Multiphase rock environment is obtaining knowledge on physical, chemical, isotopic, structural and mechanical properties of rocks with the use of modern equipment, which basically increases our level of knowledge and its application in real geological conditions with the aid of mathematical modelling. This knowledge is necessary for the development of new environmentally friendly technologies for the exploration of raw materials.

The research programme Environmentally friendly technologies deals with the utilization of side products for development of wasteless technologies while minimizing the safety risks of exploration. An environmentally friendly exploitation of raw materials is a complicated process which needs to solve specific problems, from the application of new knowledge on rock properties and behaviour to the development of new mining and reprocessing technologies up to their safety risks and environmental impacts.

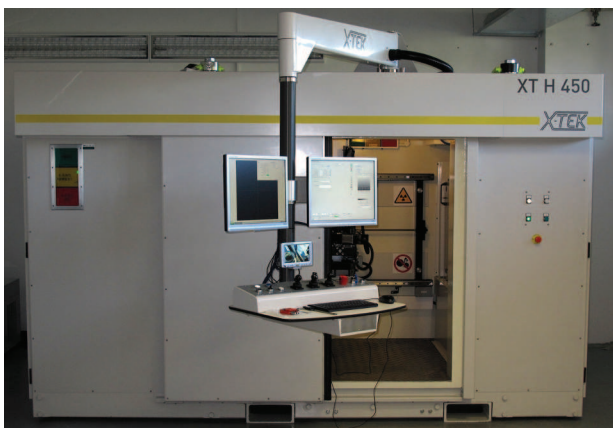




Zkušební lis s triaxiální komorou pro zkoušky hornin / Servo-hydraulic testing system and triaxial cell for testing of rocks

V rámci projektu získal ústav řadu unikátních přístrojů pro výzkum horninového prostředí a vývoj geotechnologií. Jedná se analytické přístroje, softwarové vybavení, ale především o zkušební zařízení a triaxiální komoru pro zkoušky hornin, robotické zařízení pro použití pulzního vysokotlakého vodního paprsku nebo rentgenový počítačový tomograf pro oblasti nedestruktivního studia plošných i prostorových nehomogenit materiálů a defektoskopii.

V návaznosti na nové unikátní přístrojové vybavení Centrum umožňuje zavést nové směry výzkumu - pracoviště tomografických metod, nebo významně rozšířit stávající výzkumné aktivity - pracoviště výzkumu THM procesů v horninách a pracoviště výzkumu vysokorychlostního vodního paprsku.



Rentgenový počítačový tomograf pro velké vzorky s váhou do 100 kg / X-ray CT for large specimens with the weight up to 100 kg

Within the project, the Institute of Geonics has acquired several unique devices for the investigation of rock environment and development of geotechnologies. They are analytic devices, software, but mainly a servo-hydraulic testing system with a triaxial cell for testing THM (thermo-hydro-mechanical) properties of rocks, equipment for water jet application, and X-ray CT (computer tomograph) for non-destructive research of plane and space inhomogeneities in materials and for crack detection.



Robotické zařízení pro vývoj aplikací vysokotlakého vodního paprsku / Robot device for development of high pressure water jet applications

Owing to the new unique laboratory equipment, Centre enables to start new research directions like in the laboratory of tomography, or substantially enlarge existing research directions - the laboratory of THM processes in rock mass or the innovation of the laboratory of pulsating high pressure water jet applications.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Informační platforma pro kulturní krajinu

### Information platform for the cultural landscape

CZ.1.07/2.4.00/12.0011

Projekt Informační platforma pro kulturní krajinu si klade za cíl vytvořit vědeckou a vzdělávací síť, která bude rozvíjet znalosti, zkušenosti a dovednosti zaměstnanců a studentů zapojených do sítě a bude schopna poskytovat komplexní poznatky o kulturní krajině veřejnosti a aplikační sféře. Síť nabízí dynamicky se rozvíjející aktivity v oblasti studia, percepce a poznání kulturní krajiny. Projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.

Koordinátorem projektu je Mendelova univerzita v Brně. Partnerskými institucemi projektu jsou Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v.v.i., Vyšší odborná škola zahradnická a Střední zahradnická škola v Mělníku, Ústav geoniky AV ČR, v.v.i., Masarykova univerzita v Brně, Univerzita Palackého v Olomouci a Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.

Pro lepší komunikaci partnerů mezi sebou a pro komunikaci s cílovou skupinou jsou na každé instituci, která je součástí sítě, vytvořena kontaktní místa, která poskytují zájemcům relevantní informace o službách a institucích. Kontaktní místa organizují informační workshopy, dny otevřených dveří, popularizační přednášky v oblastech výzkumu a vývoje členů platformy a nabízejí tiskové a elektronické materiály informující o činnosti sítě.

Cílem projektu je propojení organizací, které se specializují na vývoj a vzdělávání v oblastech výzkumu kulturní krajiny. Zapojení specializovaných partnerů na obory zkoumání krajiny umožňuje síti ucelený pohled a síť jako celek je schopna obsáhnout obory lesnictví, krajinářství, arboristiku, ekologii krajiny, sociálně-enviromentální a ekonomické aspekty managementu kulturní krajiny, včetně širokého portfolia geovědních a vodohospodářských oborů. Smyslem projektu je intenzifikace vztahů mezi jednotlivými členy sítě stejně jako jednotné vystupování sítě směrem k vnějšímu prostředí.

The project Information Platform for the Cultural Landscape is aimed at promoting partnerships and institutional networking. The project is supported by the Operational Programme Education for Competitiveness and is especially oriented to the development of human potential in research and innovation, notably through post-graduate studies and training of researchers, and networking activities between universities, research centres and the application sphere. The project is co-financed by the European Social Fund and the national budget of the Czech Republic.

The project is coordinated by Mendel University in Brno. Project partner institutions are T. G. Masaryk Water Management Research Institute, v.v.i., College of Horticulture and Secondary School of Gardening in Mělník, Institute of Geonics AS CR, v.v.i., Masaryk University in Brno, Palacký University Olomouc and Global Change Research Centre AS CR, v.v.i.

For a better communication between partners and communication with the target group for each institution that is part of the network, contact points are set up that provide relevant information to interested parties about the services and institutions. Contact Points organize information workshops, open days, awareness lectures in areas of research and development of the platform and offer printed and electronic materials providing information about network activity.

The project aims to link organizations involved and specialized in development and education in areas of research of the cultural landscape. The involvement of partners specialized in the fields of landscape study provides the network of institutions a comprehensive view on the landscape. The network as a whole is able to cover the field of forestry, landscaping, arboriculture, landscape ecology, and the environmental and socio-economic aspects of the management of cultural landscapes, including a wide portfolio of geosciences and water management areas. The purpose of the project is the intensification of relations between individual net-



[www.krajinnasit.cz](http://www.krajinnasit.cz)

Pro lepší informovanost veřejnosti a pro zlepšení komunikace uvnitř sítě byl také vytvořen webový portál [www.krajinnasit.cz](http://www.krajinnasit.cz), který poskytuje informace o partnerské síti a jejích službách. Informace na portálu jsou rozděleny do dvou částí. Veřejná část obsahuje informace o partnerských a společných pracovištích, nabídky konferencí, seminářů a stáží zabývajících se výzkumem a vzděláváním v oblasti člověkem formované krajiny. V neveřejné části přístupné registrovaným uživatelům z cílové skupiny jsou publikovány navrhované aktivity a nabídky spolupráce v rámci sítě.

work elements and forming unique opinion toward the external society.

For better public awareness and improving communication within the network, a web portal [www.krajinnasit.cz](http://www.krajinnasit.cz) was created that provides information about the network and its services. The public section contains information about the partnership and conferences, seminars and internships dealing with research and education in the area of a human formed landscape. In the part accessible to registered users, activities for the target group are announced.



Informační brožura je financována z projektu "Informační platforma pro kulturní krajinu" CZ.1.07/2.4.00/12.0011.

Information brochure is financially supported through the project "Information platform for the cultural landscape" CZ.1.07/2.4.00/12.0011.



## Kontaktní informace

### Contact information



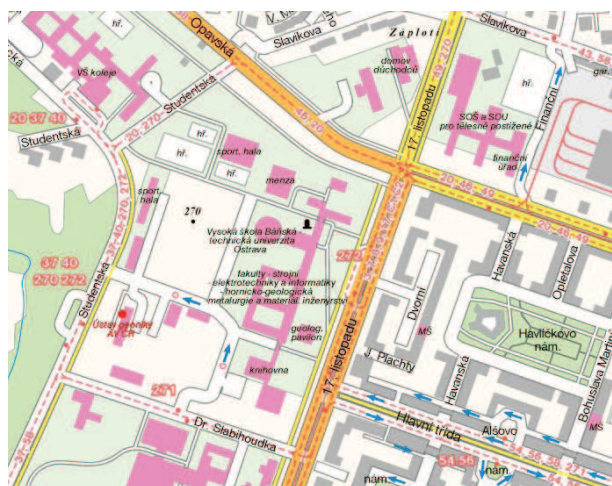
Address Institute of Geonics AS CR  
Studentska 1768  
708 00 Ostrava - Poruba  
The Czech Republic

Phone +420 596 979 111

Fax +420 596 919 452

Web [www.ugn.cas.cz](http://www.ugn.cas.cz)

E-mail [geonics@ugn.cas.cz](mailto:geonics@ugn.cas.cz)



Adresa Ústav geoniky AV ČR, v.v.i.  
Studentská 1768  
708 00 Ostrava - Poruba  
Česká republika

Telefon +420 596 979 111

Fax +420 596 919 452

Web [www.ugn.cas.cz](http://www.ugn.cas.cz)

E-mail [geonics@ugn.cas.cz](mailto:geonics@ugn.cas.cz)



Address Institute of Geonics AS CR  
Drobneho 28  
602 00 Brno  
The Czech Republic

Phone +420 545 422 711

Fax +420 545 422 710

Web [www.ugn.cas.cz](http://www.ugn.cas.cz)

E-mail [geonika@geonika.cz](mailto:geonika@geonika.cz)



Adresa Ústav geoniky AV ČR, v.v.i.  
Drobneho 28  
602 00 Brno  
Česká republika

Telefon +420 545 422 711

Fax +420 545 422 710

Web [www.ugn.cas.cz](http://www.ugn.cas.cz)

E-mail [geonika@geonika.cz](mailto:geonika@geonika.cz)

Title Institute of Geonics AS CR, v.v.i.  
Ústav geoniky AV ČR, v.v.i.

Editors Radim Blaheta, Jiří Starý

Published by Institute of Geonics AS CR Ostrava

Printed by Tiskárna Kleinwächter Frýdek - Místek

First edition, 400 copies, Ostrava, 2012

ISBN 978-80-86407-17-3



[www.ugn.cas.cz](http://www.ugn.cas.cz)