

Rauno Toppila • Raimo Ruoppa

## Tutkijavaihto CTU:lle (Czech Technical University in Prague)

Matkakertomus





**Tutkijavaihto CTU:lle (Czech Technical University in Prague)**



Rauno Toppila • Raimo Ruoppa

# Tutkijavaihto CTU:lle (Czech Technical University in Prague)

Matkakertomus

**Sarja D. Muut julkaisut 5/2013**

© Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu ja tekijät

ISBN 978-952-5897-75-3 (pdf)

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun julkaisuja  
Sarja B. Raportit ja julkaisut 5/2013

Rahoittajat: TEKES, Euroopan unioni Euroopan  
aluekehitysrahasto

Kirjoittaja: Rauno Toppila & Ruoppa Raimo

Kannen kuva: Ruoppa Raimo

Taitto: Ella Käyhkö

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu

PL 505

94101 Kemi

Puh. 010 353 50

[www.tokem.fi/julkaisut](http://www.tokem.fi/julkaisut)

Lapin korkeakoulukonserni



Lapin korkeakoulukonserni LUC on  
yliopiston ja kahden ammattikorkea-  
koulun strateginen yhteenliittymä.

Konserniin kuuluvat Lapin yliopisto,  
Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu ja  
Rovaniemen ammattikorkeakoulu.

[www.luc.fi](http://www.luc.fi)

# Sisällys

JOHDANTO . . . . .	9
MATKAKERTOMUS. . . . .	11
KIRJALLISUUS. . . . .	21
LIITE 1. . . . .	23
LIITE 2. . . . .	27





## TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun henkilökuntaa osallistui tutkijavaihtona toteutettuun vierailuun Tsekin Teknilliselle yliopistolle CTU:lle (Czech Technical University in Prague) Prahassa. Vierailun aikana neuvoteltiin Kemi-Tornion ammattikorkeakoululle tutkijavaihtoon tulevan väitöskirjatutkijan työstä ja tutustuttiin yliopistoon ja siellä sijaitseviin laboratorioihin sekä laitteisiin. Lisäksi vierailtiin kaivosteollisuudessa käytettyjä laitteita suunnittelevassa NOEN-yrityksessä.

## ABSTRACT

Personnel of Kemi-Tornio University of Applied Sciences visited in CTU (Czech Technical University in Prague). During the visit, research work going to be carried out by doctoral student in Kemi-Tornio university of Applied Sciences were negotiated and University and its laboratories and equipments were surveyed. Additionally, equipments used in mining industry designing company NOEN was visited.

## AVAINSANAT

MineSteel, Tsekki, Praha, CTU  
Apuna voi käyttää YSA – yleistä suomalaista asiasanastoa.



# Johdanto

MineSteel-projektin puitteissa tehtiin tutkijavaihto Tsekin Teknilliselle yliopistolle CTU:lle (Czech Technical University in Prague). Matkalla olivat projektipäällikkö Rauno Toppila ja erikoisasiantuntija Raimo Ruoppa. Matkan tarkoitus oli tutustua yliopistoon ja neuvotella tutkija Tomas Brtnikin tohtorinväitöskirjaan liittyvästä tutkijavaihdosta Kemi-Tornion ammattikorkeakoululle, joka toteutui talvella 2012-2013.



# Matkakertomus

Prahaan saavuttiin aamupäivällä 18.9.2012. Lentokentällä oli vastassa Tomas Brtnik, jonka kanssa keskusteltiin aluksi viikon ohjelmasta, hänen tohtorinväitöskirjansa aiheesta, sekä tulevasta tutkijanvaihdosta. Iltapäivällä tutustuimme vanhaan kaupunkiin ja Vaclavin aukioon.

19.9.2012 aamulla siirryimme metrolla CTU:lle jonne oli noin 20 minuutin matka. Osallistuimme ensimmäiseksi CTU:n teräs- ja puurakentamisen osastolla kokoukseen, johon osallistuivat meidän lisäksi Dr Ing. Jakub Dolejsz, Tomas Brtnik ja Ing. Ph D. Karel Mikes (Kuva 1). Henkilökohtaisten esittelyjen jälkeen pidimme esityksen omasta Materiaalien käytettävyyden tutkimusryhmämme toiminnasta, testustiloista, projekteista ja julkaisuista. Isäntämme esittelivät meille omaa toimintaansa ja CTU:ta.



Kuva 1. Kokous CTU:n teräs- ja puurakentamisen osastolla.

CTU:lla on n. 24 000 opiskelijaa ja seuraavat osastot:

- Faculty of Civil Engineering (rakennustekniikka)
- Faculty of Mechanical Engineering (konetekniikka)
- Faculty of Electrical Engineering (sähkötekniikka)
- Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering (ydintiede ja teknillinen fysiikka)
- Faculty of Architecture (arkkitehtuuri)
- Faculty of Transportation Sciences (liikennetiede)
- Faculty of Biomedical Engineering (biolääketieteen tekniikka)
- Faculty of Information Technology (informaatiotekniikka)

Liitteellä 1 on esitetty historiatietoa CTU:sta

Yleisesittelyjen jälkeen suunniteltiin Tomaksen vaihtoa (3 kk) ja sen tutkimusaiheita: Väitöskirjatyö käsittelee ultralujien teräksen hitsauksessa käytettävien lisäaineiden lujuutta / vaikutusta ominaisuuksiin (MAG- hitsaus). Sovittiin, että Tomas toimittaa kuvauksen väitöskirjatyöstä KTAMK:lle ja laadittiin alustava jako vastuuhenkilöistä ja laitteiston hyödyntämisestä. Kokouksen päätyttyä lähdimme tutustumaan Kone-tekniikan osaston hitsauslaboratorioon.

## HITSAUSLABORATORIO

Kuvassa 2 Ing. Petr Vondrous esittelee hitsaustutkimuksessa käytettävää laitteistoa. Migatronicin MIG/MAG hitsauskone oli liitettyä 6-akseliseen 10 kg:n Fanuc ARC Mate 100/C robottiin. Kuvassa 3 nähtävää WIS-järjestelmää käytettiin hitsaustietojen monitorointiin ja tallentamiseen. Laitteisto on Tsekkiläisen Tesydo yhtiön valmista- ma ja sen ominaisuuksista on kerrottu enemmän kirjallisuusviitteessä 1. Kuvassa 4. Petr Vondrous esittelee tappikaarihitsausta, missä sähkövirran avulla kiinnitetään pultti esim. teräslevyyn. Käytössä oli laitteisto, jonka valmistaja oli AS-SCHOELER- BOLTE. Laitteesta ja teknologiasta on lisätietoa kirjallisuusviitteessä 2.



Kuva 2. CTU:n hitsaustekniikan laboratorio (MIG-MAG- robotti ja teollisen tuotannon kiinnitinde- monstraatio).



Kuva 3. Hitsautietojen monitorointi- ja tiedonkeruujärjestelmä.



Kuva 4. Hitsauspöytä ja jigit.

Kuvassa 5 nähdään mikroplasma-hitsaus/leikkauslaitteisto. Laitteistoa käytettiin lähinnä leikkaukseen. Laitteistosta ja tekniikasta on lisätietoa kirjallisuusviitteessä 3. Kuvassa 6 nähdään kappale, jonka valmistukseen on käytetty hydromuovausta.

Kuvassa 7 induktiokuumennuslaitteisto, jota käytettiin diffuusiohitsaukseen. Diffuusiohitsauksessa metallikappaleet, jotka voivat olla myös eri metalleja, liitetään toisiinsa pitämällä niitä tietty aika riittävän korkeassa lämpötilassa, selvästi sulamispisteen alapuolella, jolloin tapahtuu atomien diffuusio liitettävästä metallista toiseen hyvin ohuella vyöhykkeellä. Esim. teräksillä kuumennus tapahtuu n. 1100-1150 C:ssa. Menetelmää tutkitaan mm. autoteollisuuden tarpeita silmälläpitäen. Kuumennus tapahtuu tyhjiöinduktiouunissa, koska hapen diffuuntoituminen hitsiin johtaa hauraiden faasien muodostumiseen. Menetelmä on keksitty jo kymmeniä vuosia sitten, mutta sen soveltamista käytännössä rajoittaneekin juuri sen vaatima tyhjiö. Laitteistosta ja teknologiasta on lisätietoa kirjallisuusviitteessä 4. Kuvassa 8 on laboratorion DALEX-merkinen pistehitsauslaitteisto. Valmistajasta ja laitteesta on lisätietoa kirjallisuusviitteessä 5. Kuvassa 9 on esitetty laboratoriossa sijaitseva 45 tonnin kolmipistetaivutuslaitteisto.



Kuva 5. Mikroplasma hitsaus/leikkauslaitteisto.



Kuva 6. Hydromuovattu kappale.





Kuva 7. Diffuusiohitsauslaitteisto.



Kuva 8. Pistehitsauslaitteisto.



Kuva 9. Kolmipistetaivutukseen käytetty puristin.

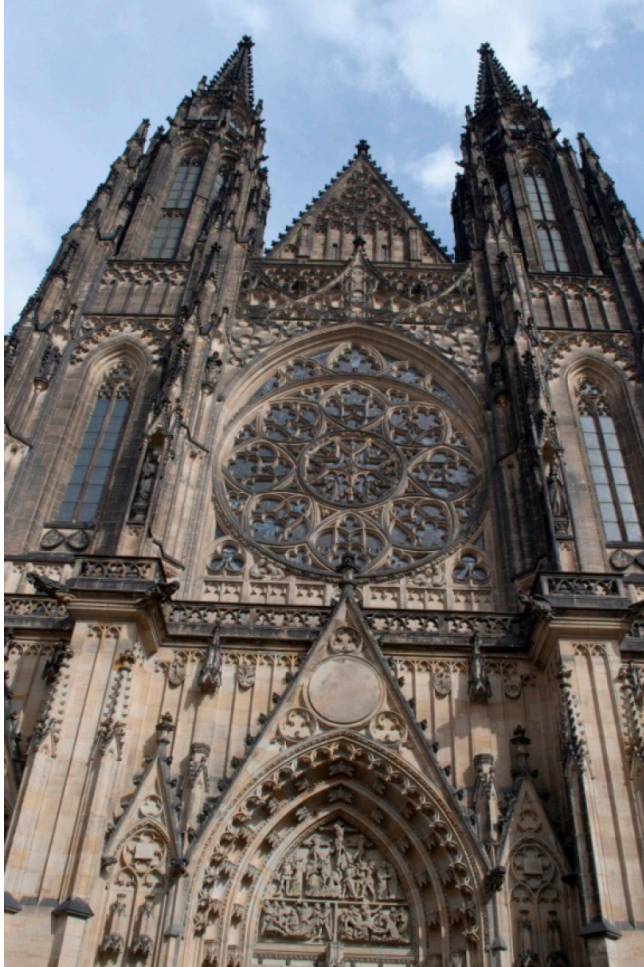
Laboratoriokierroksen jälkeen tutustuimme kävellen Campus- alueeseen ja noin 20 minuutin kävelymatkan päässä olevaan prahan linnaan, sekä sen vieressä olevaan Vituksen katedraaliin.



Kuva 10. Näkymä Compus-alueelle.



Kuva 11. Näkymä prahan linnan sisäpihalta.



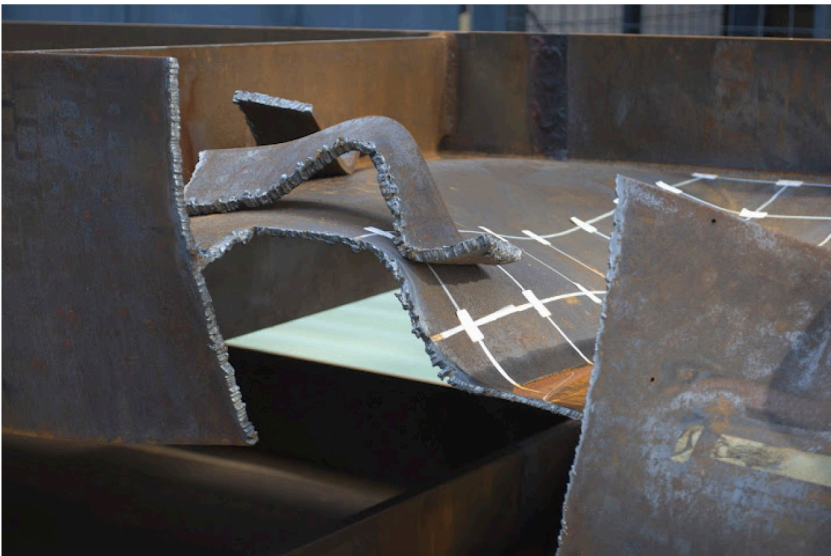
Kuva 12. Vituksen katedraali.

## TERÄS- JA PUURAKENTAMISEN OSASTO

Seuraavana päivänä 20.9. tutustuimme CTU:n teräs- ja puurakentamisen osastolla sijainneeseen testauslaboratorioon. Laboratoriossa valmistauduttiin tekemään ohu- tuumaiselle teräspalkille lommahdustestiä. Testi tapahtui kuumentamalla palkki n. 650°C:een ja painamalla sitten kaksipistetaivutuksena palkkia maksimissaan 62 ton- nin kuormalla. Kuvassa 13 on esitetty testausympäristöä. Kuvassa 14 on testatuista palkeista jatkotutkimuksiin irrotettuja näytteitä. Kuvassa 15 on testattuja palkkeja. Ruudokon avulla mitattiin palkeissa tapahtuneita muodonmuutoksia digitaalista va- lokuvausta apuna käyttäen.



Kuva 13. Teräspalkin palokuormatestin suoritus.



Kuva 14. Testikappaleesta irrotettuja näytteitä.



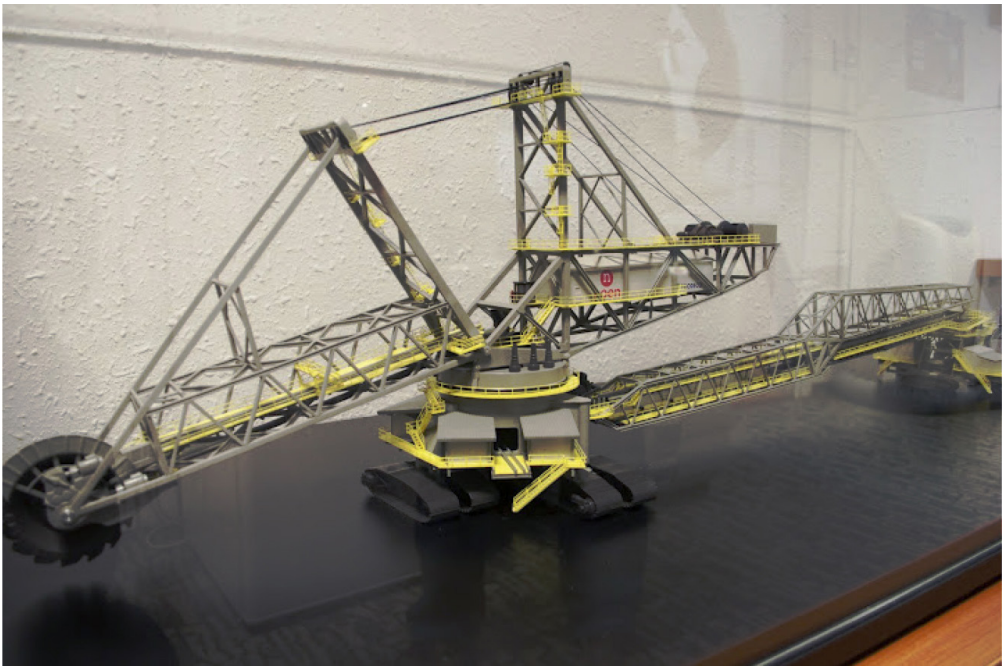
Kuva 15. Laboratoriossa testattuja teräspalkkeja.

## NOEN

Seuraavana päivänä 21.9. vierailimme Vaclavin aukiolla sijaitsevassa Noen Ltd:n suunnittelutoimistossa, missä Tomas Brtnik työskenteli opintojensa ohessa mm. FEM-mallinnusta tehden. Yrityksestä on lisätietoa kirjallisuusviitteessä 6. Noen on suunnitteluyritys, joka on toiminut Tsekin ja kansainvälisillä markkinoilla vuodesta 1997. Yritys työllistää 90 suunnittelijaa ja insinööriä.

Keskustelimme suunnitteluinsinööri Jiri Vonkan kanssa ekskavaattorien suunnittelusta ja valmistuksesta. Laitteita käytetään kaivosteollisuudessa ja Noen LTD:n suunnitteleman ja valmistaman laitteen pienoismalli nähdään kuvassa 16. Yritys ilmoitti olevansa valmis suunnittelemaan rakenteen myös max. 600 MPa:n lujisesta teräksestä, mutta tämä edellyttäisi, että hitsauskoulutus järjestettäisiin osia valmistaville konepajoille. Esitimme ajatuksen, että myös Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun toimesta olisi mahdollista järjestää tulevaisuudessa koulutuksia lujien terästen hitsaukseen liittyen.

Kuva 16. Ekskavaattorin pienoismalli.





# Kirjallisuus

1. [http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=tesydo%20welding%20information&source=web&cd=1&ved=oCCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cws-anb.cz%2Fdownload.py%3Ffile%3Ddocu%2Fclanky%2F0003%2F000364\\_WIS-let%25E1k-AJ%2520new.pdf&ei=2UBgUK\\_IK8qK4gSqw4G4BQ&usg=AFQjCNE9IKN5On8hgbzqi9Oqh3RLQyUbKA&cad=rja](http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=tesydo%20welding%20information&source=web&cd=1&ved=oCCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cws-anb.cz%2Fdownload.py%3Ffile%3Ddocu%2Fclanky%2F0003%2F000364_WIS-let%25E1k-AJ%2520new.pdf&ei=2UBgUK_IK8qK4gSqw4G4BQ&usg=AFQjCNE9IKN5On8hgbzqi9Oqh3RLQyUbKA&cad=rja)
2. <http://www.as-schoeler-bolte.com/index.php/en/>
3. <http://www.ewm-group.com/en/ewmprodukte/geraete/plasma.html>.
4. <http://www.indutherm.de/en/index.php>
5. <http://www.dalex.de/index.php?id=11&L=1>
6. <http://www.noen.cz>





# Liite 1

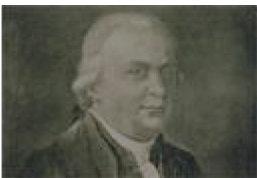
## HISTORY

### University History

#### BRIEF HISTORY OF THE CZECH TECHNICAL UNIVERSITY



Engineering education has a long tradition in the Czech lands. One of its founders, Christian Joseph Willenberg, addressed a petition to Emperor Leopold I. in January 1705, asking permission to begin teaching engineering sciences. Leopold's son, Emperor Joseph I., who succeeded his father on Habsburg throne, responded to this request on 18th January 1707 with a decree in which he ordered the Czech general Estates to found an engineering school in Prague [Rescript of the Emperor Joseph I]. Willenberg began teaching in his private flat with only 12 students. However, the number of students grew rapidly and reached more than 200 in 1779. Willenberg's successor was Jan Ferdinand Schor, author of the textbook on mathematical sciences taught at the Institute.



The third Professor of the Institute of Engineering was František Antonín Herget, who was particularly well-known for his lectures on practical applications of mechanics.



In 1806, following the project of František Josef Gerstner, based on the model of l' Ecole Polytechnique de Paris, the institute of Engineering Education was transformed into Prague Polytechnic. At that time Prague Polytechnic was the only school of higher technical education in the Austrian empire.



Many other people famous for their work in the sciences worked and thought at Prague Polytechnic.

The most outstanding was Christian Doppler, Professor of mathematics and practical geometry from 1837 to 1847. In 1842 Doppler formulated his well-known principle concerning the frequency shift of waves due to the relative velocity of the source and the observer. This effect is routinely used in many fields of human activities, including physics, astronomy, medicine, meteorology and transformation.

In 1863, Prague Polytechnic was transformed into a technical university headed by a rector. At that time the studies were divided into 4 specialisations: Mechanical Engineering, Chemistry, Civil Engineering and Architecture.

In 1891, František Křižík, a former student of Prague Polytechnic, constructed the first electric street car in Prague. Architect Josef Zitek, a professor at the Polytechnic, designed many beautiful buildings in the Czech lands, Germany and Austria. His work included the National Theatre in Prague, the jewel of Czech architecture. In 1912, Jan Zvoníček professor of theory and design of steam engines and compressors, invented a radial steam turbine.

After the disintegration of the Austro-Hungarian Empire, the name of the school was changed in 1920 to the Czech Technical University in Prague, which united seven schools, including the School of Chemical Technology, the School of Agriculture and Forestry, and the School of Business. These three above mentioned schools developed into independent universities in the early 1950's.

In 1921, Academician František Klokner founded the research and testing institute for materials and structures, attached to CTU. This was the first institute of its kind in Central Europe and it exists still to this day.

CTU Professor František Běhounek, a postgraduate student of Marie Curie-Sklodowska, made important contributions to dosimetry. He participated in two expeditions to the North Pole, the second of which, led by Italian general Umberto Nobile, ended with the tragic crash of the airship „Italia”. Běhounek continued making improvised measurements of natural radioactivity in the survivors’ camp and obtained very important data.

In 1975, Professor Vlado Prelog, a 1928 CTU graduate, won the Nobel Prize for Chemistry.



During the last three quarters of the last century, worldwide, the advanced in engineering and science have been enormous. However, the developments in the Czechoslovak Republic were slowed down by the Nazi occupation (1938-1945). Universities were closed for six years and by the economically stagnating communist regime (1948-1989) accompanied by the political oppression. Hundreds of students and scores of lectures and researchers were kicked out from the universities and research institutes. In spite of this, during these difficult times graduates and staff members of the Czech Technical University created numerous remarkable engineering and architectural works, developed noteworthy technologies, mechanical and electrical equipment, and achieved notable scientific accomplishments and inventions. Outstanding personalities associated with CTU have been so numerous that it would be fair to name a few here and to forget the others. Many have gained noteworthy prizes and awards, others have been promoted to Doctors Honoris Causa.



In the course of the last half century, the Czech Technical University in Prague has undergone several reorganisation: the faculty of economic sciences was closed after 1948, and the faculty of chemical technology and the faculty of agriculture became independent in 1952. After 1960, CTU had four faculties: of civil engineering, mechanical engineering, electrical engineering, and a forerunner of the present faculty of nuclear science and physical engineering. The faculty of architecture was founded in 1976, the faculty of transportation science in 1993, and faculty of biomedical engineering in 2005 - so at present, CTU has seven faculties.



# Liite 2

## KAIVOSTOIMINTA TSEKIN TASAVALLASSA

Yksi matkan tarkoituksista oli selvittää kaivannaisteollisuuden tilaa Tsekeissä.

## KOULUTUS

Kaivosalan koulutusta antaa Ostravan teknillinen yliopisto (<http://www.hgf.vsb.cz/en/>). The Faculty of Mining and Geology is a modern faculty which interconnects natural sciences with technical and economic fields of study in a completely unique manner. Its history dates back to the year 1716, when the oldest mining school was founded in Jáchymov.

Within the full-time or combined study the FMG currently offers more than 20 fields of study, which specialize in the environment, geology, geodesy, biotechnology, geoscience and industrial tourism, geoinformatics, economy, automation in the area of raw material industry or applied physics.

It is the only faculty within the Czech Republic that also offers university study of selected mining fields. Concurrent scientific and research activity of pedagogues and students and its interconnection with tuition is also of significant importance and is recognized also abroad. The Faculty of Mining and Geology is currently the second most demanded and attended faculty of the VŠB-TUO. Over four thousand students from the Czech Republic and from abroad attend the university every year. The condition for enrolling for study at the faculty is completed secondary education finished by graduation exam and successful passing of university entrance examination. In study programs not fully occupied in the first round there may be another entrance examination round with specific term for submitting application forms. The evaluation of entrance procedure is based on the results from secondary school study and entrance examination results.



Kuva 17. Kaivoksien sijoittuminen Tsekin tasavallassa.

Suurimmaksi osaksi louhitaan ligniittiä l. ruskohiiltä. Ligniitti on ruskohiiltä, jossa voi erottaa selvästi puun rakenteen. Toinen louhittava materiaali on kivihiili.

Coal resources and reserves	Unit	2010
Resources hard coal	Mt	655
Resources lignite	Mt	1,791
Reserves hard coal	Mt	206
Reserves lignite	Mt	863

Kuva 18. Kivihiili- ja ligniitti varannot Tsekin tasavallassa.

### Employment

Direct in hard coal mining	thousand	13.706
Direct in lignite mining	thousand	10.241

Kuva 19. Työllistyminen kaivoksissa

<b>CZECH REPUBLIC MINERAL PRODUCTION</b>			
	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
Bentonite (t) <sup>b</sup>	267,000	335,000	235,000
Bituminous coal (Mt)	13	12.5	12.2
Brown Coal (Mt)	48.9	49	47.5
Feldspar (t)	487,000	514,000	488,000
Kaolin (Mt)	3.7	3.6	3.8
- beneficiated	673,000	682,000	672,000
Limestone (Mt)	10	11.3	11
Uranium (t)	383	322	290
- concentrate <sup>a</sup>	358	291	275

a= sales production (without ore milling losses); b=Including montmorillonite clays from kaolin deposits overburden  
Source: CGS-Geofond, 2008

Kuva 20. Mineraalituotanto Tsekin tasavallassa.

Tskeissä on kultavarantojakin jonkin verran, mutta laki kieltää syanidin käyttämisen kullan erottamisessa.

#### MINES

During the nineties, the number of show mines significantly increased, including e.g. several galleries in Březové Hory near Příbram, the iron mine in Chrustenice, the gallery of the Anselm Mine in Ostrava, the St. Josef Gallery in Jílové, the Evangelista Gallery in Jiřetín pod Jedlovou, the gallery in Planá, the Martin Gallery by Krupka, the graphite mine in Český Krumlov, the fluorite mine in Harrachov. The old mine Kovárna under the Sněžka int., was newly opened last year. In total, there are dozens of different museums of mining, open air museums of mining, as well as mining or mineralogical exhibitions in regional museums. To the best managed museums of mining belong the Museum of Mining in Příbram, the Open-air Museum of Mining Mayrau in Kladno, the Museum of Mining by Anselm Mine in Ostrava or the Exposition of Mining in Chrustenice Mine near Prague

Czech Republic

National Reporting for CSD-18/19

Thematic profile: Mining

The Czech mining industry in 2006 – 2008

In the

Czech Republic

National Reporting for CSD-18/19

Thematic profile: Mining

The Czech mining industry in 2006 – 2008

In the Czech Republic (hereinafter referred to as the "CZ"), there are currently approximately 300 active mining companies, carrying out the mining at about 600 locations of exclusive deposits and 180 locations of non-exclusive deposits. The deposits of minerals are either exclusive, i.e. owned by the state, or non-exclusive, which are parts of the land property owned by landowners.

About 32 000 employees are employed in mining activities, half of which quarries raw materials by underground methods. This concerns mainly the extraction of coal in the company of OKD a.s. The range of mineral resources is relatively wide. Geological coal reserves in the CZ are low and below 1 % of world-known coal reserves.

Mineral deposits are estimated at 25 billion tonnes. In 2008, there were extracted approximately 56 million tonnes of coal, of which 12.6 million tonnes of bituminous and 43 million tonnes of brown coal (including lignite). Currently, only one deposit of bituminous coal is being extracted - Ostrava and Karviná parts of the Upper Silesian Basin. A part of deposits of bituminous and brown coal is blocked.

It is the area of Beskydy (North-East Moravia) with bituminous coal because of environmental reasons, and the areas around the Mostcity (North Bohemia) because of "ecological mining limits" of brown coal.

Extraction of crude oil and natural gas reached its peak in the CZ in 2005, when about 306 000 tonnes of oil and 260 million m<sup>3</sup> of methane and natural gas were extracted. Since then, there is a gradual decrease.

In the past, CZ was ranked one of the leading countries in uranium mining in the world. The price depression of uranium since the second half of 1980s led to the gradual phasing out of mining. Currently, it is extracted the last deposit Rožná and a remediation after the chemical extraction is ongoing in the locality Stráž pod Ralskem. A similar situation relates to the other ores, reserves of which are minimal. Non-profitability of their mining led to the closure of mining operations.

In the CZ, there are especially large reserves of construction raw materials – limestones and corrective additives for cement production, building stone, gravel and brick materials. Further details are available in the mining yearbooks and documents of the



Geofond organization: <http://www.geofond.cz/en/Onas/dokument.html> Mineral resources management is included in the strategic documents concerning the state raw materials policy and state energy conception.

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun henkilökuntaa osallistui tutkijavaihtona toteutettuun vierailuun Tsekin Teknilliselle yliopistolle CTU:lle (Czech Technical University in Prague) Prahassa. Vierailun aikana neuvoteltiin Kemi-Tornion ammattikorkeakoululle tutkijavaihtoon tulevan väitöskirjatutkijan työstä ja tutustuttiin yliopistoon ja siellä sijaitseviin laboratorioihin sekä laitteisiin. Lisäksi vierailtiin kaivosteollisuudessa käytettyjä laitteita suunnittelevassa NOEN-yrityksessä.