

## Obsah – Content

|                                                                                              |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <i>Pilotný projekt na ukladanie CO<sub>2</sub> Hontomín, Kastília León, Španielsko</i> ..... | 1 |
| <i>Geológ a sedimentológ profesor Michal Kováč oslávil 60 rokov</i> .....                    | 4 |

|                                                                           |   |
|---------------------------------------------------------------------------|---|
| <i>Recenzia publikácie: Ochrana a využívanie prírodných zdrojov</i> ..... | 7 |
|---------------------------------------------------------------------------|---|

## Pilotný projekt na ukladanie CO<sub>2</sub> Hontomín, Kastília León, Španielsko

### Pilot project for CO<sub>2</sub> storing, Hontomín, Kastília León, Spain

LUDOVÍT KUCHARIČ

Štátny geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, Bratislava, SK-817 04, Slovenská republika

**Abstract:** The storage of CO<sub>2</sub> at the village of Hontomín in northern Spain is based on pilot project Compostilla OXYCFB300, being co-financed by the 7th Framework Programme of EU. The reservoir horizon is represented by Jurassic dolomitized limestones with high porosity, being present in the depth 1 400 m. The reservoir is sealed by Liassic and Dogger marls and black shales. The area is known for oil production from the 1960s. To date, the CO<sub>2</sub> storage in this locality is at the very beginning, with injected app. 1,000 tonnes of CO<sub>2</sub>. It is assumed that in five years the very valuable data will be available and applicable for other possible CO<sub>2</sub> repositories in carbonatic rock environment.

**Key words:** CO<sub>2</sub> repository, carbonates, monitoring, Hontomín

Problematika podzemného ukladania CO<sub>2</sub> je vo svete a v Európe považovaná za jednu z podstatných technológií slúžiacich na znižovanie nepriaznivých účinkov klimatickej zmeny (globálneho otepľovania). Európska komisia (EK) vyčlenila na účel budovania tzv. pilotných a demonštračných projektov, so zámerom vytvorenia vedomostnej bázy a testovania celého reťazca CCS (Carbon Capture and Storage – zachytávanie, preprava a ukladanie oxidu uhličitého) prostredníctvom rôznych technologických procesov a v rôznych geologických podmienkach, sumu takmer 1,5 mld €. Pôvodným zámerom EK bolo otvoriť 12 projektov na území EÚ. Finančné krytie malo byť saturované z obchodu s emisiami (NER 300 – fond pre technológiu CCS v EÚ, vytvorený predajom 300 mil. ton CO<sub>2</sub>) pri modeli financovania 50 : 50 (EK : príslušný štát). V dôsledku krízového vývoja v posledných štyroch rokoch sa počet projektov redukoval na 6, pričom s výnimkou Poľska všetky sú situované v západnej Európe. Konzorcium projektu CGS Europe (Carbon Geological Storage) sústreďujúce 24 subjektov z členských a 4 subjekty z asociovaných krajín EÚ, ktoré slúžia na výmenu a prehĺbenie informácií v danej problematike (koordinácia akcia 7. RP EÚ),

bolo prvou oficiálnou odbornou návštevou v lokalite, kde sa CO<sub>2</sub> začalo ukladať.

Dedinka Hontomín, ležiaca v severnom Španielsku v autonómnom spoločenstve Kastília León, v provincii Burgos (asi 250 km na sever od Madridu a 30 km na sever od Burgosu), v ktorej žije 40 obyvateľov (!), sa stala známou vo vedeckých kruhoch EÚ zaoberajúcich sa aktivitami CCS ako lokalita pre podzemné ukladanie CO<sub>2</sub>. Je to súčasť pilotného projektu Compostilla OXYCFB300 (realizátor ENDESA – najväčšia energetická spoločnosť Španielska), ktorý spolufinancuje Európska komisia zo 7. rámcového programu a realizuje inštitúcia CIUDEN (štátny výskumný a vývojový subjekt vytvorený španielskou štátnou správou v roku 2006).

Výskum je zameraný na tri kľúčové oblasti:

- charakteristika rezervoára pre trvalé uloženie v slanom akvifere,

- modelovanie dlhodobého správania sa CO<sub>2</sub> v akvifere, vrátane stanovenia integrity rezervoára, verifikácie a bezpečnosti,

- výskum technológie požadovanej pre injektáž CO<sub>2</sub> a dlhodobý monitoring úložiska.

V bloku prednášok a v krátkej terénnej exkurzii zástupcovia riešiteľskej organizácie predstavili geologickú situáciu, spektrum a postup geologických prác na ťažisku, ako aj zábery v najbližšom období.

Vlastné ťažisko je situované v nadloží variského Iberického masívu v pomerne plytkej antiklinálnej štruktúre (sklon ramien do 20°) vytvorenej alpínskou orogenezou počas kriedy na rozhraní neogénnych bazénov Duero a Ebro. (Pozn.: v geologicky krátkom čase sa očakáva načapovanie povodia rieky Duero riekou Ebro.). Rezervoárový horizont ťažiska je tvorený jurskými dolomitizovanými vápencami, nachádzajúcimi sa v hĺbke okolo 1 400 m, s vysokou porozitou. Tesnenie rezervoára zabezpečujú nadložné Liasové a Doggerské slie a čierne bridlice. Petrofyzikálne vlastnosti zistené z vrtov a doteraz vykonaných metód naznačujú adekvátne hodnoty porozity a permeability v rezervoárovom horizonte, ako aj dostatočné tesniace parametre v jeho nadloží, oprávňujúce využiť štruktúru na projektovaný záber. Na druhej strane štruktúrou prebieha dokázaný zlom, ktorého tesniaci charakter nie je celkom preukázateľný. Mezozoické sekvencie Duero bazénu sú okrem toho hlavným cieľom pre získavanie geotermálnej energie.

Oblasť bola známa produkciou ropy, na ťažisku Hontomín ťažila od šesťdesiatych rokov minulého storočia spoločnosť Chevron. Prieskumné práce v prvom decéniu tohto tisícročia neboli úspešné napriek navrhnutiu vhodnej štruktúry, pretože ťa neobsahovala ropu. Zrejme aj tento aspekt prispel k využitiu lokality na účely CCS (obr. 3).

Projekt je na úplnom počiatku, zatiaľ bolo injektovaných asi 1 000 ton CO<sub>2</sub>. Momentálne je určený statický model (nulová verzia ťažiska) v 3D zobrazení, na konštrukciu ktorého boli použité vedomosti zo základnej a štruktúrnej geológie, štúdia petrofyzikálnych vlastností hornín, výsledky 3D reflexnej seizmiky, 3D magnetotelurickej metódy, ako aj veľmi presnej gravimetrie. Využívané budú (medzi injektážnym

a monitorovacím vrtom) elektrická odporová tomografia a elektromagnetická metóda.

Ako kľúčová metóda na sledovanie pohybu injektovaného plynu bude využitá 4D seizmika.

Okrem bežných hydrogeohydraulických testov budú realizované špecifické CO<sub>2</sub> testy so zameraním sa na optimalizáciu injektovacieho tlaku a intenzitu injektáže.

Na povrchový monitoring sa využívajú hydrogeologické a hydrochemické testy, bioindikátory, InSAR techniky (interferometrické satelitné radarové prístroje), pasívna seizmika a taktiež sú sledované úniky prirodzeného CO<sub>2</sub>.

Využitie budú mikroseizmické a stabilné pozorovania.

Niet pochyb, že na uvedený účel je použitá najmodernejšia súčasná technika, ktorá by mala zaručiť „prísun“ relevantných údajov na charakteristiku pohybu a správania sa mraku CO<sub>2</sub> v ťažisku, ako aj na monitorovanie tesnosti ťažiska.

Z diskusií počas prednášok, ale aj z neformálnych rozhovorov so zodpovednými pracovníkmi počas krátkej exkurzie vyplynuli niektoré otázky, ktoré sú nielen otvorené, ale vzhľadom na celkovú situáciu v lokalite pomerne prekvapujúce. Autor tu vyjadruje len svoje impresie, ktoré by sa po ďalších rozhovoroch možno vysvetlili:

- Ťažisko je súčasťou integrovaného CCS projektu Compostilla OXYCFB300 (elektrárň je v blízkosti rovnomeného mesta s počiatočným výkonom 30 MW s postupným nárastom do 300 MW), kde sa predmetný plyn v sequestračnej jednotke bude oddeľovať tzv. oxyfuel technológiou. Len prvá fáza projektu – vývoj technológie – si vyžaduje sumu 180 mil. € (to je príspevok EK). Testovať sa má aj prepravný systém. Príslušní špecialisti na ukladanie vyslovili obavu, ako dostanú CO<sub>2</sub> k ťažisku a ako aktuálny typ transportu im nateraz musí vystačiť transport cisternami. Pre pilotné, možno aj demonštračné štádium by to možno postačilo. Z toho ale vyplýva, že časová následnosť jednotlivých článkov reťaze CCS (zachytávanie, transport, ukladanie) nie je optimálne nastavená a vyladená.

- Pri otázke o ťažnej kapacite – pýtal sa autor príspevku – znala odpoveď – do 4 mil. ton. (Pre nezainteresovaného čitateľa dokladáme, že Španielsko produkuje ročne do 350 mil. ton emisií CO<sub>2</sub>, tak je jasné, že posun tohto projektu do priemyselnej škály nie je reálny.) Predpokladaný rozpočet na časť ukladania je viac ako 80 mil. €.



Obr. 2. Hlavná ulica Hontomína.

Fig. 2. The main street of the village of Hontomín.

◀ Obr. 1. Lokalizácia Hontomína.

Fig. 1. Location of the village of Hontomín.





**Obr. 3.** Stále aktívne čerpadlo ropy v lokalite Hontomín.

**Fig. 3.** Still active crude oil pump in locality of Hontomín.

• O to prekvapujúcejšie je zistenie, že firma ENDESA hľadá v okolí ďalšie úložisko, ktoré by mohlo byť využívané ako priemyselné. Je to nepochopiteľné, pretože vyťažených uhľovodíkových štruktúr v tomto produkčnom regióne musí byť nesporne viac a s oveľa vyššou ukladačou kapacitou ako predmetný Hontomín, pričom sa ponúka ekonomicky výhodné a pri ropy aj prakticky realizovateľné doťaženie ložiska. Štúdie a praktické skúsenosti naznačujú, že čas od prieskumných prác až po praktické otvorenie úložiska CO<sub>2</sub> v priemyselnej škále môže presiahnuť aj obdobie desiatich rokov. Uvedená stratégia je okrem toho finančne náročnejšia než zdanlivo pohodlný posun z pilotného štádia do priemyselnej škály v tom istom objekte. (Na Slovensku takéto štruktúry máme zistené.)

• Blízkosť injektážneho a monitorovacieho vrtu – 80 m pri hĺbke cca 1 500 m – kladie veľké nároky na správnu technológiu vrtania, pretože môže dôjsť k nežiaducim odchýlkam od pôvodného smeru. Pomer vzdialenosti a hĺbky vrtov, aj keď nie pri príliš šikmom priebehu vrstevnatosti k osi vrtu, môže v určitých reláciách vyústiť do neželateľného výsledku, ak máme na mysli vzájomnú pozíciu oboch vrtov v ich konečnej hĺbke vo vzťahu k pohybu mraku plynu v rezervoári.

• V každom prípade však v horizonte piatich rokov budú



**Obr. 4.** Spôsob ochrany registračného zariadenia.

**Fig. 4.** Protection of recording device.

k dispozícii veľmi cenné údaje, využiteľné pri ďalších úložiskách v karbonátovom prostredí, ak sa v nich v takomto horninovom prostredí bude uvažovať a ak budú financované. Je nesporné, že okrem hlavného cieľa budú zistené podporné údaje zo štruktúrnej geológie, dynamiky správania sa CO<sub>2</sub> v rezervoári v závislosti od intenzity injektáže, teplôt a tlakov, ako aj podielu jednotlivých druhov zachytu v interakcii plyn – karbonát.

• Svet – Európa a Španielsko o to viac – bojuje s následkami ekonomickej krízy, ale zdá sa, že napriek tomu sú určité projekty možné, ak sú „tlačené“ cez správne lobistické kanály. Aj keď je kofinancovanie EÚ 50 %, domáce náklady (španielskej strany) sú enormné a predstaviť si niečo podobné v slovenských podmienkach je aj teoreticky nemožné.

• Zostáva nám len veriť, že takto získané nie lacné informácie španielskymi kolegami, na ktoré sa budeme pozeráť so zdravou porciou závidosti, budú v budúcnosti dostupné aj pre ostatnú odbornú komunitu, aby sa pri možnom prograse potlačania nepriaznivých účinkov klimatickej zmeny optimalizoval nielen vedecký, ale aj ekonomický prístup v tejto ekonomicke mimoriadne náročnej technológii.

• Konzorcium projektu CGS EUROPE (obr. 4) zaželo španielskym kolegom v ich úsilí mnoho trpezlivosti a nových vedeckých zistení, ktoré by mohli byť využiteľné nielen v problematike CCS.



**Obr. 5.** Konzorcium projektu CGS Europe v lokalite Hontomín.

**Fig. 5.** The CCS Europe project consortium in locality of Hontomín.

# Geológ a sedimentológ profesor Michal Kováč oslávil 60 rokov

## Greetings to 60th birthday of Professor Michal Kováč

Prof. RNDr. Michal Kováč, DrSc., pracovník Katedry geológie a paleontológie, PriF UK v Bratislave sa narodil 11. 9. 1952 v Zlatých Moravciach. Štúdium geológie ukončil na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Karlovej v Prahe, kde v roku 1976 získal titul doktora prírodných vied. Po ukončení štúdia nastúpil na Geologický ústav SAV. Tu v roku 1980 ukončil doktorandské štúdium a do roku 1994 pokračoval vo vedeckej činnosti ako samostatný vedecký pracovník. V roku 1994 nastúpil na pozíciu vedúceho Katedry geológie a paleontológie PriF UK v Bratislave. Túto pozíciu zastával do roku 2003, keď sa stal prodekanom pre vedecko-výskumnú činnosť PriF UK. Na poste prodekana zotrval do roku 2010.



Prof. RNDr. Michal Kováč, DrSc., je významná, európsky uznávaná osobnosť terciérnej geológie alpsko-karpatsko-panónskej oblasti. Vytvoril geodynamický model neogénneho vývoja Západných Karpát a je zároveň autorom paleogeografických, palinspastických máp tohto územia v miocéne. Významnou mierou sa podieľal na definovaní prostredia vzniku usadenín a na modeloch zaplňania viedenskej, dunajskej a východoslovenskej panvy. Viedol množstvo domácich a zahraničných projektov, je školiteľom desiatok diplomantov a doktorandov. Bol a je členom mnohých medzinárodných a domácich vedeckých asociácií, odborných komisií a redakčných rád. Za jeho činnosť mu boli udelené viaceré domáce a zahraničné ocenenia. Na PriF UK vedie kolektív pre výskum a analýzu neogénnych paniev (sedimentológia, paleontológia, štruktúrna geológia, geofyzikálne vyhodnotenie). V databáze publikačnej činnosti má 318 záznamov publikácií z domácich a zahraničných vydavateľstiev s viac ako 1 400 ohlasmi. Okrem pedagogickej a vedeckej práce má dlhodobú spoluprácu s firmami na vyhľadávanie a ťažbu uhľovodíkov, geológiu zásobníkov; zúčastňuje sa príprav bezpečnostných správ pre atómové elektrárne Jaslovské Bohunice a Mochovce.

### Vedecká činnosť

V rokoch 1995 – 2005 sa Michal Kováč venoval práci na úspešne ukončených grantoch VEGA, ktoré aj viedol: (a) Syntéza geologickej stavby slovenských Západných Karpát, (b) Sekvenčná stratigrafia a depozičné systémy neogénnych paniev Západných Karpát, (c) Biodiverzita a biotopy mladšieho kenozoika Západných Karpát ako odrazu paleogeografických a klimatických zmien. Ďalej bol spoluriešiteľom na projektoch VEGA: (a) Vývoj flyšových paniev v sutúre deštruktívneho okraja orogénu a akrečnej prizmy na východnom Slovensku,

(b) Sedimentárny a subsidenčný vývoj mezo- a kenozoických sedimentačných paniev v Západných Karpatoch, (c) Národné a referenčné stratotypy mezo- a kenozoických chrono- a litostratigrafických jednotiek, (d) Mezoalpínska kolízia a tektonogéza paniev – procesy sedimentácie, konzumácie substrátov a formovania oroklinálneho oblúka Západných Karpát, (e) Zmeny paleogeografie karpatských paniev v období transformácie Tetýdy na Paratetýdu: sedimentologické, klimatické a tektonogenetické prejavy a (f) Faciálna

analýza mezozoických a terciérnych sedimentárnych sekvencií – kľúč k pochopeniu vývoja recentných prostredí. Kladne bol hodnotený aj grant KEGA 3/0108/02 Geologická stavba a vývoj Západných Karpát, ktorého výstupom bola vysokoškolská učebnica: Kováč, M. & Plašienka, D. a kol., 2003: Geologická stavba oblasti na styku Alpsko-karpatsko-panónskej sústavy a prilahlých svahov Českého masívu, 5 – 85, (ISBN 80 – 223 – 1578 – 8).

V rokoch 1999 až 2006 bol zodpovedným riešiteľom projektu MŠ SR – trilaterálnej spolupráce Slovensko – Maďarsko – Rakúsko „Neotektonický vývoj alpsko-karpatsko-panónskej oblasti a jeho vplyv na environmentálne riziká“ a zodpovedným riešiteľom čiastkovej úlohy „Viedenská panva“ v projekte MŽP SR – „Tektonogéza sedimentačných paniev Západných Karpát“. V rokoch 2002 – 2006 bol vedúcim kladne hodnoteného vedeckotechnického projektu VTP MŠ SR „Ekosystémy vrchného miocénu, pliocénu a kvartéru – indikátor veku a klimatických zmien“.

V rokoch 2006 – 2011 viedol projekt APVV-LPP 012006 Sekvenčná stratigrafia a depozičné systémy usadenín stredného miocénu na základe štúdia kľúčových oblastí v severnej časti Viedenskej panvy, ďalej sa zúčastnil prác na projektoch (a) APVV 015806 Neotektonická aktivita územia Západných Karpát, (b) APVV 51 011305 Biochronológia mezozoických a kenozoických súvrství Západných Karpát: globálne eventy vo vývoji planktónu a ich stratigrafická kalibrácia, (c) APVV-ESF-EC-0006-07 (SOURCE & SINK) Od výzdvihu k poklesu: integrované hodnotenie prírodných hrozieb prostredníctvom kvantifikácie transportu materiálu z pohorí do aktívnych sedimentárnych paniev, (d) APVV ESF-EC-0009-07 (VAMP): Tektonické a klimatické zmeny v Indo-eurázijskej kolíznej zóne v období mladších treťohôr, (e) viedol grant VEGA 1/0483/10 Paleogeografia, paleoekológia a biodiverzita limnických miocénnych sedimentov uhoľných paniev Slovenska. Od roku 2012 je vedúcim projektu APVV 0099-11 Vývoj depozičných systémov Dunajskej panvy a člen kolektívu projektu APVV0625-11 Nová syntéza vývoja reliéfu

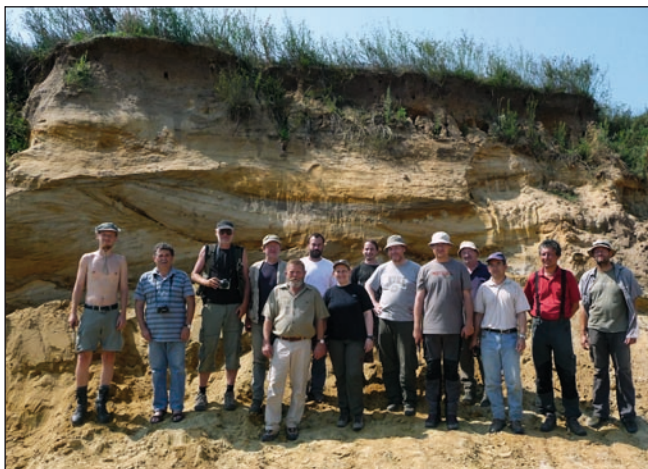


Západných Karpát – príprava databázy pre testovanie kľúčových hypotéz.

V súvislosti s potrebami praxe M. Kováč bol a je zodpovedným vedúcim desiatok úloh zameraných na analýzu a vyhodnotenie vrtných jadier z oblasti viedenskej, dunajskej a východoslovenskej panvy. V rokoch 2005 – 2006 bol vedúcim projektu ESF (Európsky sociálny fond): „Prírodovedné vzdelávacie centrum – nástroj vzdelávania pre potreby trhu práce“; Celoživotné odborné vzdelávanie a príprava pracovníkov v oblasti geovied (nové metódy a výsledky výskumu v geológii Západných Karpát). Ako riešiteľ sa podieľal a podieľa na príprave bezpečnostných správ o možnom seizmickom ohrození atómových elektrární Jaslovské Bohunice a Mochovce (časť geológia), v rámci čoho absolvoval 4-týždňový kurz v Japonsku z poverenia Ústavu jadrového dozoru SR.

#### Členstvo v medzinárodných projektoch

V 80. rokoch pracoval na projekte IUGS RDP: Neogene paleogeographic atlas of Central and Eastern Europe a bol členom Mnohostrannej spolupráce akademií PK IX, téma 5, ďalej sa zúčastnil prác na IGCP projektoch č. 326 (J. Seneš, vedúci projektu) a 329 (R. Krstič, vedúca projektu) Paleogeographic and paleoecologic evolutions of Paratethyan basins during Neogene and their correlation to the global scales – palinospastic reconstruction of the Central Paratethys. V rokoch 1994 – 1999 sa zapojil do aktivít projektu EUROPROBE, každoročných pracovných stretnutí skupín ALCAPA a neskôr PANCARDI (Č. Tomek, vedúci projektu). V rokoch 1997 – 2000 sa zúčastnil prác na projekte PERITETHYS (J. Dercourt, vedúci projektu). V rokoch 2000 – 2006 bol zapojený do projektu EEDEN (Evolution and Ecosystems dynamics of Euroasian Neogene) v rámci ESF (European Science Foundation). Od roku 2007 sa venoval výskumu v rámci medzinárodnej európskej iniciatívy EUROCORES – TOPOEUROPE, kde boli agentúrou APVV podporené dva projekty, a to ESF-EC-0006-07 (akronym projektu SOURCE & SINK): Od výzdvihu k poklesu: integrované hodnotenie prírodných hrozieb



prostredníctvom kvantifikácie transportu materiálu z pohorí do aktívnych sedimentárnych paniev (From source to sink: integrated natural hazard assessment through the quantification of mass transfer from mountain ranges to active sedimentary basins) a ESF-EC-0009-07 (akronym projektu – VAMP) Tektonické a klimatické zmeny v Indo-eurázijskej kolíznej zóne v období mladších treťohôr (Tectonic and climatic changes in the India-Eurasia collision zone during the Late Tertiary).

#### Vedecká výchova a pedagogická činnosť

V rokoch 1995 – 2012 viedol viacero diplomantov a desiatich doktorandov. Na Katedre geológie a paleontológie PriF UK Bratislava prednáša štátnicový voliteľný predmet sedimentológia, ďalej sa podieľal na prednáškach Analýza paniev, Sekvenčná stratigrafia, Mezozoicko-kenozoický vývoj Západných Karpát, Paleogeografia terciéru, Všeobecná geológia a Terénne cvičenia z regionálnej, ložiskovej a environmentálnej geológie a viedol preddiplomový seminár. Na Katedre geológie a paleontológie PrF MU Brno sa podieľa na prednáške Alpský vývoj Západných Karpát.

#### Členstvo v domácich univerzitných a vedeckých komisiách

M. Kováč je garant a člen komisie pre štátne skúšky študijného odboru 12-01-9 geológia, garant a predseda stálej komisie pre obhajoby doktorských dizertačných prác vo vednom odbore 4-1-33 tektonika v študijnom programe všeobecná geológia. Bol členom vedeckej rady GIÚ SAV 1990 – 1991,

vedúci sedimentologickej skupiny pri SGS (Slovenská geologická spoločnosť) 1993 až 2000, člen Kolégia dekana PriF UK Bratislava od roku 1995, v rokoch 1997 – 2006 člen NGK (Národný geologický komitét), od roku 1998 až 2002 predseda národnej sedimentologickej skupiny pri KBGA (Karpatsko-balkánska geologická asociácia), od roku 1999 člen AGS (Asociácia geológov Slovenska), v rokoch 1999 – 2002 člen Kolégia SAV pre vedy o Zemi a vesmíre, od roku 2000 až doteraz člen vedeckej rady PriF UK



a od roku 2006 až doteraz člen Slovenskej geologickej rady pri Ministerstve životného prostredia SR. Od roku 2011 je členom SKVH pri MŠ SR.

### Funkcie a členstvo v medzinárodných organizáciách a výboroch

V rokoch 1990 – 2009 bol členom vedenia RCMNS – Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy, od roku 1991 člen výboru SNS – Subcomision on Neogene Stratigraphy. V rokoch 2001 – 2006 bol členom vedenia projektu ESF – EEDEN (Evolution and Ecosystems dynamics of Euroasian Neogene).

### Funkcie a členstvo v redakčných radách

V roku 2008 prevzal predsedníctvo redakčnej rady Acta Geologica Universitatis Comenianae a od roku 2009 je predseda novovzniknutej redakčnej rady nástupníckeho časopisu AGEOS – Acta Geologica Slovaca. Je člen redakčnej rady medzinárodných geologických časopisov Acta Geologica Hungarica a Geologica Carpathica, člen redakčnej rady Slovak Geological Magazine.

### Vedecká škola

Prof. RNDr. Michal Kováč, DrSc., je pokračovateľom vedeckej školy doc. RNDr. Jána Seneša, DrSc., ktorý významne ovplyvnil jeho geologickú kariéru predovšetkým v oblasti spolupráce na medzinárodných korelačných projektoch. Vedecký rast menovaného ovplyvnili aj ďalšie osobnosti: prof. RNDr. Rostislav Brzobohatý z MU v Brne, doc. RNDr. Ivan Cícha, DrSc., z ČGU v Prahe, prof. Fritz Steininger a Fred Rögl z Viedenskej univerzity, prof. Géza Hámor z MAFI v Budapešti, prof. Nestor Oszczyk z Jagelovskej univerzity v Krakove, prof. Johan Meulenkaamp z Utrechtskej univerzity, prof. Ján Šefara, DrSc., prof. Milan Mišík, DrSc., doc. Viliam Sitár, CSc., a prof. Ivan Kraus, DrSc., z PriF UK, doc. RNDr. Dionýz Vass, DrSc., zo ŠGÚDŠ v Bratislave a mnohí ďalší. Multidisciplinárne geovedné zameranie vedeckej činnosti jubilanta viedlo k spolupráci s veľkým množstvom špecialistov z najrozličnejších odborov geológie, geofyziky a geografie. Počas svojej 40 ročnej praxe viedol viaceré kolektívy mladých pracovníkov – budúcich špecialistov, ktorí ho považujú za tvorcu vedeckej školy venovanej geodynamike a výskumu neogénnych paniev z rôznych aspektov (dôkazom toho je, okrem iného, bohatá publikačná činnosť – viac ako 80 prác s autormi mladšími o 10 – 25 rokov). Sem patria predovšetkým jeho doktorandi, ale aj ďalší mladší kolegovia, ako RNDr. Ivan Baráth, CSc., RNDr. Alexander Nagy, CSc., RNDr. Radovan Pipík, PhD., Mgr. Lubomír Sliva, PhD., RNDr. Rastislav Vojtko, PhD., RNDr. Natália Hudáčková, PhD., RNDr. Eva Halášová, CSc., RNDr. Marianna Kováčová, PhD., Mgr. Peter Joniak, PhD., Mgr. Bohuslava Sopková, PhD., Mgr. Jana Hlavatá, PhD., Mgr. Rastislav Synak, Mgr. Silvia Králiková a mnohí ďalší.

### Ocenenia

V r. 2000 mu bola za „mimoriadne úsilie a vynikajúce výsledky v prospech PriF UK“ udelená Pamätná medaila PriF UK pri príležitosti 60. výročia jej založenia. V roku 2002 mu bola udelená Pamätná medaila Geofyzikálneho ústavu SAV vydaná pri príležitosti 100. výročia založenia observatória v Hurbanove za zásluhy v rozvoji seizmického výskumu na Slovensku a medaila vydaná rektorom Slovenskej technickej univerzity pri príležitosti jubilea 240 rokov vysokého technického školstva na Slovensku. V roku 2005 mu Slovenská geologická spoločnosť udelila Medailu Jána Slávika za „významný prínos k poznaniu geológie Západných Karpát a za dlhoročnú aktívnu prácu v SGS“ a cenu Slovenskej geologickej spoločnosti za najvýznamnejšiu prácu za roky 2001 – 2004 (Kováč, M., Bielik, M., Hók, J., Kováč, P., Labák, P., Moco, P., Plašienka, D., Šefara, J. & Šujan, M., 2002: Seismic activity and neotectonic evolution of the Western Carpathians (Slovakia). In: Cloetingh, S. A. P. L., Horváth, F., Bada, G. & Lankreijer, A. C. (eds.): Neotectonics and seismicity of the Pannonian basin and surrounding orogens. EGS Stephan Mueller Spec. Publ. Ser., 3, 167 – 184). V roku 2009 mu bolo na 13 kongrese RCMNS udelené čestné uznanie za fundamentálny prínos k poznaniu geodynamiky Centrálnej Paratetydy (Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy – in recognition of his fundamental contribution to the understanding of the Paratethys geodynamics).

Pri príležitosti jeho životného jubilea, na návrh Geologickej sekcie, mu dekan PriF UK udelil Medailu D. Andrusova, a to za mimoriadny vedecký prínos jeho vedeckého výskumu geodynamiky neogénu strednej Európy, predovšetkým poznania geologickej stavby ZK paniev, neogénnych sedimentárnych prostredí, ďalej za vynikajúce výsledky v sedimentologickom, paleogeografickom a stratigrafickom výskume, za jeho vysokú angažovanosť v pedagogickom procese, v organizovaní vedeckých podujatí, pri riešení vedecko-výskumných projektov a tiež za propagáciu slovenského sedimentologického výskumu na významných domácich i medzinárodných vedeckých podujatiach.

Vzácnemu jubilantovi, spolupracovníkovi a priateľovi želáme do ďalších rokov života predovšetkým dobré zdravie, pohodu a spokojnosť v osobnom živote a mnoho elánu a chuti do ďalšej tvorivej práce, ktorú má rád a ktorá ho napína.

D. Reháková

za kolektív Katedry geológie a paleontológie

### Najvýznamnejšie publikácie

- CSONTOS, L., NAGYMAROSY, A., HORVÁTH, F. & KOVÁČ, M., 1992: Tertiary tectonic evolution of the Intra Carpathian area: A model. *Tectonophysics*, 208, 1 – 3, 221 – 241.
- KOVÁČ, M., NAGYMAROSY, A., SOTÁK, J. & ŠUTOVSKÁ, K., 1993: Late Tertiary paleogeographic evolution of the West Carpathians. *Tectonophysics*, 226, 1 – 4, 401 – 416.

- LANKREIJER, A., KOVÁČ, M., CLOETINGH, S., PITOŇÁK, P., HLŮŠKA, M. & BIERMANN, C., 1995: Quantitative subsidence analysis and forward modelling of the Vienna and Danube Basins: Thin skinned versus thick skinned extension. *Tectonophysics*, 252, 433 – 451.
- KOVÁČ, M., KOVÁČ, P., MARKO, F., KAROLI, S. & JANOČKO, J., 1995: The East Slovakian Basin: A complex back arc basin. *Tectonophysics*, 252, 453 – 466.
- MEULENKAMP, J. E., KOVÁČ, M. & ČIČHA, I., 1996: On Late Oligocene to Pliocene depocenter migrations and the evolution of the Carpathian-Pannonian system. *Tectonophysics*, 266, 301 – 317.
- KOVÁČ, M., NAGYMAROSY, A., OSZCZYPKO, N., SLACZKA, A., CSONTOS, L., MARUNTEANU, M., MATENCO, L. & MÁRTON, M., 1998: Palinspastic reconstruction of the Carpathian-Pannonian region during the Miocene. In: *Rakús, M. (ed.): Geodynamic development of the Western Carpathians. Geol. Survey of Slovak Republic, Bratislava*, 189 – 217.
- KOVÁČ, M., 2000: Geodynamický, paleogeografický a štruktúrny vývoj karpatsko-panónskeho regiónu v miocéne: nový pohľad na neogénne panvy Slovenska. *Veda, Bratislava*, 5 – 203.
- KOVÁČ, M. & PLAŠIENKA, D., et al., 2002: Geological structure of the Alpine – Carpathian – Pannonian junction and neighbouring slopes of the Bohemian Massif. *Comenius University, Bratislava*, 5 – 84.
- KOVÁČ, M., ANDREYEVA-GRIGOROVICH, A., BRZOBHATÝ, R., FODOR, L., HARZHAUSER, M., OSZCZYPKO, N., PAVELIC, D., RÖGL, F., SAFTIC, B., SLIVA, L. & STRÁNIK, L., 2003: Karpatian paleogeography, tectonics and eustatic changes. In: *Brzobohatý, R., Čičha, I., Kováč, M. & Roegl, F. (eds.): Karpatian – a Lower Miocene Stage of the Central Paratethys. Brno*, 49 – 72.
- KOVÁČ, M., BARÁTH, I., HARZHAUSER, M., HLAVATÝ, I. & HUDÁČKOVÁ, N., 2004: Miocene depositional systems and sequence stratigraphy of the Vienna Basin. *Cour. Forsch. – Inst. Senckenberg, Frankfurt am Main*, 246, 187 – 212.
- KOVÁČ, M., BARÁTH, I., FORDINÁL, K., GRIGOROVICH, A. S., HALÁSOVÁ, E., HUDÁČKOVÁ, N., JONIAK, P., SABOL, M., SLAMKOVÁ, M., SLIVA, L., TÖRÖKOVÁ, I. & VOJTKO, R., 2006: Late Miocene to Early Pliocene sedimentary environments and climatic changes in the Alpine – Carpathian – Pannonian junction area: A case study from the Danube Basin northern margin (Slovakia). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 238, 32 – 52.
- KOVÁČ, M., ANDREYEVA-GRIGOROVICH, A., BAJRAKTAREVIĆ, Z., BRZOBHATÝ, R., FILIPESCU, S., FODOR, L., HARZHAUSER, M., NAGYMAROSY, A., OSZCZYPKO, N., PAVELIC, D., RÖGL, F., SAFTIC, B., SLIVA, L. & STUDENCKA, B., 2007: Badenian evolution of the Central Paratethys Sea: Paleogeography, climate and eustatic sea-level changes. *Geol. Carpath.*, 58, 6, 579 – 606.
- RASSER, M. W., HARZHAUSER, M., ANISTRATENKO, O., ANISTRATENKO, V. V., BASSI, D., BELAK, M., BERGER, J. P., BIANCHINI, G., ČIČIČ, S., OSOVIČ, V., DOĽÁKOVÁ, N., DROBNE, K., FILIPESCU, S., KARL GURS, K., HLADILOVÁ, Š., HRVATOVIČ, H., JELEN, B., KASINSKI, J. R., KOVÁČ, M., KRÁLJ, P., MARJANAC, T., MÁRTON, E., MIETTO, P., MORO, A., NAGYMAROSY, A., NEBELSICK, J. H., NEHYBA, S., OGORELEC, B., OSZCZYPKO, N., PAVELIC, D., PAVLOVEC, R., PAVŠIČ, J., PETROVA, P., PIWOCKI, M., POLJAK, M., PUGLIESE, N., REDŽEPOVIČ, R., RIFELJ, H., ROETZEL, R., SKABERNE, D., SLIVA, L., STANDKE, G., TUNIS, G., VASS, D., WAGREICH, M. & WESSELENGH, F., 2008: Paleogene and Neogene. In: *McCannt, T. (ed.): The Geology of Central Europe, Volume 2: Mesozoic and Cenozoic. Geological Society, London*, 1 031 – 1 141.
- KOVÁČ, M., HÓK, J., MINÁR, J., VOJTKO, R., BIELIK, M., PIPÍK, R., RAKÚS, M., KRÁL, J., ŠUJAN, M. & KRÁLIKOVÁ, S., 2011: Neogene and Quaternary development of the Turiec Basin and landscape in its catchment: A tentative mass balance model. *Geol. Carpath.*, 62, 4, 361 – 379.
- MINÁR, J., BIELIK, M., KOVÁČ, M., PLAŠIENKA, D., BARKA, I., STANKOVIANSKY, M. & ZEYEN, H., 2011: New morphostructural subdivision of the Western Carpathians: An approach integrating geodynamics into targetted morphometric analysis. *Tectonophysics*, 502, 158 – 174.
- KOVÁČ, M., SYNÁK, R., FORDINÁL, K., JONIAK, P., TOH, Cs., VOJTKO, R., NAGY, A., BARÁTH, I., MAGLAY, J. & MINÁR, J., 2011: Late Miocene and Pliocene history of the Danube Basin: Inferred from development of depositional systems and timing of sedimentary facies changes. *Geol. Carpath.*, 62, 6, 519 – 534.

### mineralia slovacca

**E. CHMIELEWSKÁ, T. REHÁČOVÁ, M. FENDEK, P. FEDOR a Z. BEDRNA: Ochrana a využívanie prírodných zdrojov. EPOS, 349 s.**

**Review of the publication “Protection and use of natural resources” of the authors E. Chmielewská, T. Reháčová, M. Fendek, P. Fedor & Z. Bedrna. EPOS, 349 p.**

**Abstract:** This graded publication constitutes a university textbook that is based on long-standing teaching experience of the team of authors, and takes into account the scientific background of each of the authors. With respect to the true nature of rational human use of natural resources, it is necessary to emphasize the aspects of natural resources such as their non-renewability, renewability, and exhaustibility. The importance of renewable resources, which offer the possibility of effective diversification of raw material and energy resources, is now on the rise. Basic concepts, classification of natural resources from different points of view, and the division of natural resources into air, water, soil, mineral resources, flora and fauna, form the main groups, as well as the structure of the publication. Considering its broad adaptation of knowledge from the area of protection of the natural environment and natural resources, the publication is also aimed to students of environmental chemistry, biology, geography, geology, environmental engineering, and sanitary engineering, as well as to other universities specialized in the environment. Although written in technical language, it has the potential to reach the general public with environmental sentiment. It allows the reader to gain knowledge and overview of not only the use, but also the monitoring and conservation of natural resources, present in the Slovak Republic or the world.

**Key words:** natural resources, mineral resources, air, soil, water, flora, fauna, biomass, solar, photovoltaics, wind, geothermal energy

Krajiny s bohatými zásobami prírodných zdrojov majú výraznú výhodu v hospodárskej súťaži. Ekonomika krajiny je prepojená a závislá od jednotlivých súčastí geosféry (atmosféry, pedosféry, hydrosféry, litosféry, nukleosféry,

biosféry a antroposféry) a jej prírodných zdrojov, vrátane prúdových zdrojov (veterná, prílivová, slnečná energia) a výmery pôdy. Z hľadiska podstaty racionálneho využívania prírodných zdrojov človekom je nutné

podčiarknuť aspekty ako neobnoviteľnosť, obnoviteľnosť a vyčerpatelnosť prírodných zdrojov. V súčasnosti rastie význam obnoviteľných zdrojov, ktoré ponúkajú možnosť účinnej diverzifikácie surovinových



a energetických zdrojov. Navyše generujú prostriedky na riešenie mnohých environmentálnych problémov a sú bezodpadovými zdrojmi energie. Životné prostredie, a teda aj prírodné zdroje, je v dôsledku rastúceho celosvetového dopytu trvalo ohrozované čoraz náročnejšou ťažbou. Spôsob súčasného využívania prírodných zdrojov smeruje k ich úplnému vyčerpaniu, čím ohrozuje prístup budúcich generácií k ich primeranému podielu. Osobitnú pozornosť musí človek venovať takým zdrojom, ktoré sú neobnoviteľné a vyčerpatelné. V tejto súvislosti existuje celý rad legislatívnych opatrení, ktoré sa koncentrujú na ich ochranu. Trvalo udržateľné využívanie prírodných zdrojov – vrátane udržateľnej výroby a spotreby – je teda kľúčovým faktorom dlhodobej prosperity, a to nielen v rámci EÚ, ale i v celosvetovom meradle.

Vedúcou autorského kolektívu recenzovanej publikácie, ktorá sa svojím charakterom radí medzi vysokoškolské učebnice, je E. Chmielewská. Učebnica je určená pre poslucháčov bakalárskeho stupňa v študijnom odbore Environmentalistika na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave. Na základe širšieho spracovania poznatkov z oblasti ochrany prírodného prostredia a prírodných zdrojov sa odporúča aj poslucháčom environmentálnej chémie, biológie, geografie, geológie, environmentálneho, resp. zdravotného inžinierstva a ostatným vysokým školám s environmentálnym zameraním. Publikácia bola pred vydaním posudzovaná dvomi recenzentmi – prof. RNDr. O. Majzlanom, CSc., a prof. Ing. J. Tölgyessym, DrSc.. Na 349 stránach publikácia prezentuje využiteľnosť a ochranu prírodných zdrojov doma i vo svete. Pozostáva z desiatich kapitol (vrátane Úvodu a Zoznamu použitej literatúry). Každá kapitola má samostatné číslovanie názorných obrázkov a tabuliek. Zoznam použitej literatúry obsahuje 149 zdrojov, z toho približne jednu tretinu tvoria webové stránky, ktoré by v ďalšom vydaní mohli byť čiastočne nahradené klasickými vedeckými publikáciami.

Druhá kapitola **Ochrana prírodného prostredia a prírodných zdrojov** ponúka prehľad vývoja využívania prírodných zdrojov. K prvým prírodným zdrojom, ktoré človek začal využívať v období, keď začal využívať aj oheň, patrili pevné a mechanicky odolné horniny a minerály. Zmena nastala až v období neolitu, keď človek prestáva byť priamo závislý od prírody a ťaľovok či zozbierané plodiny už nie sú jeho jediným zdrojom potravy. Obdobie doby kamennej na území Slovenska poukazuje na širokú paletu anorganických materiálov, ktoré z hľadiska spracovania, resp. industrie, je možné rozdeliť na skupiny: suroviny štiepanej a brúsenej/hladenej industrie, keramické suroviny a anorganické farbivá. Ďalej nasleduje zvládnutie výroby kovov a ich zliatin, rozvoj poľnohospodárstva, organizovaná remeselná výroba a prehľad najvýznamnejších energetických surovín (ropa, uhlie, zemný plyn, uránové rudy) súčasnosti. Základné pojmy, klasifikácia prírodných zdrojov z rôznych hľadísk, ako aj

rozdelenie prírodných zdrojov na ovzdušie, vodu, pôdu, nerastné suroviny, rastlinstvo a živočíšstvo tvoria hlavné skupiny a zároveň ďalšiu štruktúru publikácie. Legislatíva ochrany prírodných zdrojov sumarizuje všeobecné, ale aj špecializované legislatívne predpisy, ktoré zabezpečujú ich ochranu a racionálne využívanie človekom. Trvalo udržateľný rozvoj spoločnosti zachováva súčasným i budúcim generáciám možnosť uspokojovať ich základné životné potreby a pritom neznižuje rozmanitosť prírody a udržiava prirodzené funkcie ekosystémov. Strategické ciele



udržateľného rozvoja sú zamerané na rozvoj integrovaného modelu pôdohospodárstva, zníženie energetickej a surovinovej náročnosti a zvýšenie efektívnosti hospodárstva, zníženie podielu využívania neobnoviteľných prírodných zdrojov pri racionálnom využívaní obnoviteľných zdrojov, zmiernenie dôsledkov globálnej zmeny klímy, narušenia ozónovej vrstvy a prírodných katastrof.

Kapitola 3. – **Nerastné suroviny** – vymedzuje najvýznamnejšie nerastné suroviny z globálneho hľadiska. Venuje sa nerudným (diamant, bentonit, fosfáty, síra, azbest, halit) i rudným (železo, hliník, olovo, zinok, zlato) surovinám vyskytujúcim sa vo svete i doma. Majoritná časť tejto kapitoly je venovaná modifikácii a aplikačným vlastnostiam zeolitov. V kapitole by mohli dostať priestor aj ložiská a ťažba uránovej rudy.

Nad územím Slovenska je hrúbka ozónovej vrstvy (280 – 400 Dobsonových jednotiek, DU), ktorá pôsobí ako ochranný filter zemského povrchu pred UV žiarením. Pozornosť si vyžiadala pre jej stále znižovanie sa. Najvýraznejšie zmeny v ozónovej vrstve boli zaznamenané nad Antarktídou, kde v jarných mesiacoch hrúbka

ozónovej vrstvy klesá pod 100 DU. Štvrtá kapitola – **Ovzdušie** – sa zaoberá jednotlivými zložkami atmosféry, jej chemickým zložením a fyzikálnymi vlastnosťami. Znečisťovanie ovzdušia, globálne otepľovanie a jeho dôsledky sú súčasťou tejto kapitoly. Polutanty unikajúce zo zdrojov podliehajú rôznym vplyvom v ovzduší, pri ktorých môže dochádzať k fotochemickým, oxidačným, katalytickým a hydrolytickým reakciám a k ich kombinácii. K najvýznamnejším atmosférickým reakciám patria reakcie aktivované svetelným žiarením, pretože reagujúcim molekulám dodávajú dostatok energie potrebnej najmä na retazové štiepenie. K najzávažnejším produktom chemických reakcií v ovzduší patrí smog, ktorého názov vznikol spojením anglických slov smoke (dym) a fog (hmla). Smog je charakteristický stav ovzdušia znečisteného priemyselnými exhalátmi, výfukovými plynmi motorových vozidiel, ale aj produktmi ich vzájomných reakcií, ktorý je sprevádzaný zníženou viditeľnosťou. V roku 1868 bol v Los Angeles pozorovaný oxidačný alebo fotochemický smog charakteristický prítomnosťou silných oxidantov (obzvlášť prízemného ozónu  $O_3$ ). Kým redukčný smog poškodzuje dýchacie cesty najmä počas vykurovania v zimných mesiacoch, oxidačný smog cez horúce letné dni a za bezvetria poškodzuje pokožku, stavebné materiály, dráždi oči a vyvoláva ďalšie zdravotné problémy. Uhľovodíky a oxid dusnatý sa považujú za primárne atmosférické polutanty, ozón a peroxyacetylitrát sú výlučne sekundárne atmosférické polutanty, ktoré vznikajú vplyvom slnečného žiarenia. Za atmosférické polutanty globálneho charakteru sú považované oxidy dusíka ( $NO_x$ ), oxidy uhlíka ( $CO_x$ ), oxid siričitý, sírany, ozón, reaktívne uhľovodíky ( $CH_x$ ), fotochemické oxidanty, azbest a nesedimentujúce prachy. Skleníkový efekt atmosféry, ktorý sa v súčasnosti zdôvodňuje predovšetkým vplyvom priemyselnej výroby a inej ľudskej činnosti po roku 1750, je fyzikálny mechanizmus vytvárajúci podmienky podobné skleníku. Keby nebolo skleníkového efektu, teplota na Zemi by bola o  $33^\circ C$  nižšia. Slnečné žiarenie preniká cez atmosféru a ohrieva zemský povrch, ktorý vyžaruje dlhovlnné tepelné žiarenie späť do atmosféry. Dlhovlnné žiarenie však v atmosfére naráža na skleníkové plyny, tie ho absorbujú, zohrievajú sa a vracajú teplo naspäť. Oxid uhličitý, ktorý je najdôležitejším radiačne aktívnym (tzv. skleníkovým) a koncentračne narastajúcim plynom v atmosfére a je zodpovedný za globálne otepľovanie našej planéty, prispieva ku skleníkovému efektu podielom takmer 30 %, metán, oxid dusný a ozón spolu zodpovedajú asi za 3 %. Za zvyšok skleníkového efektu sú zodpovedné fluórochlorované uhľovodíky (freóny), ich substituenty a  $SF_6$ . Napriek uvedenému za najvýznamnejší skleníkový plyn, ktorého obsah v atmosfére ľudská činnosť priamo neovplyvňuje (pretože je determinovaný prirodzeným kolobehom vody), možno považovať vodnú paru, ktorá spôsobuje asi 2/3 celkového skleníkového efektu. Dokument



OSN o zmene klímy, tzv. Kjótsky protokol, určil pre hospodársky rozvinuté krajiny sveta konkrétne redukčné ciele skleníkových plynov, ktoré príslušné krajiny môžu vypustiť počas prvého záväzného obdobia 2008 – 2012. Pre Slovensko stanovený limit predstavoval zníženie o 8 % v porovnaní so základným rokom 1990. Z posledných stretnutí delegátov 193 krajín KP v Kodani a koncom roka 2010 v Cancúne (Mexiko) vyplynulo, že je potrebné hľadať novú negociačnú stratégiu a sústrediť sa na vybudovanie väčšej vzájomnej dôvery jednotlivých krajín tak, aby sa dostatočne presvedčivo vysvetlili všetky predovšetkým benefity tzv. zelenej revolúcie, ako sú nové pracovné príležitosti, zavádzanie inovatívnych technológií, znižovanie energetickej náročnosti a závislosti krajín, zdravie obyvateľstva, ale aj etický a morálny aspekt vo vzťahu k budúcim generáciám. Bez aktívnej participácie Číny a USA na týchto summitoch, teda štátov zodpovedných za viac ako 50 % svetových emisií skleníkových plynov, však táto politická deklarácia stráca zmysel.

**Pôda** (piata kapitola) – jej poznaním sa ľudstvo zaoberá len krátku dobu, za samostatný prírodný útvar bola uznaná len koncom 19. storočia. Dovtedy sa skúmala len ako osobitná hornina. Poznanie jednotlivých súčastí geosféry (atmosféry, pedosféry, hydrosféry, litosféry, nukleosféry, biosféry a antroposféry) napomáha udržiavať priaznivý vývoj našej prírody, jej biodiverzitu a ochranu. Celosvetové poznanie pedosféry spočíva v podrobnom mapovaní pôd sveta, hodnotení ich vlastností a náchylnosti na degradáciu za použitia rôznych klasifikačných a kategorizačných systémov. V súčasnosti sú dva celosvetové klasifikačné systémy pôd: WRB (World Reference Base) podporovaný FAO a systém vytvorený USA pod názvom Soil Survey Staff. Na Slovensku sa do roku 2000 uplatňovali klasifikačné systémy pôd vypracované v rámci celého Československa. Klasifikačný systém predstavuje samostatný Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska. Pôdy člení na 22 morfogenetických typov, 18 základných pôdných druhov a 15 skupín pôdotvorných substrátov. Na základe súčasných poznatkov je na Slovensku: 21,8 % vysoko, 54,7 % stredne a 23,5 % málo produktívnych poľnohospodárskych pôd. Priemerná hodnota produkčného potenciálu poľnohospodárskych pôd v rámci 100-bodového systému je 54 bodov. Starostlivosť o pôdu je prejavom vyspelosti štátu a kultúrnej úrovne jej obyvateľstva. Pôdna služba zriadená zákonom o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy, znamená aj v SR existenciu pracovníkov, ktorí podobne ako v iných vyspelých štátoch robia kontrolu a odborný dohľad nad ochranou vlastností a funkcií poľnohospodárskej pôdy. Monitorujú jej fyzikálne (erózia, zhutňovanie, vysušenie a zastavanie), chemické (vylúhovanie dusičnanov, acidifikácia, intoxikácia) a biologické (alelopatizácia, únava) vlastnosti. Moderná poznatková základňa o pôde a kvalifikovaný výkon štátnej správy pri ochrane a využívaní pôdy boli nutnou podmienkou pre vstup

SR do EÚ. Po jej vstupe sa pôda stala súčasťou zdrojov pôdy EÚ a tým aj súčasťou ekonomického, ekologického a sociálneho potenciálu EÚ, s požiadavkou na fungujúci systém jej ochrany a správneho využívania.

Voda vytvára obal Zeme – jej hydrosféru. Množstvo vody na Zemi je takmer nemenné, mení sa len forma jej výskytu (plynná, tekutá, tuhá) a jej rozloženie v čase a priestore. Celkový objem vody na Zemi sa odhaduje na  $1,3 \text{ až } 1,45 \times 10^9 \text{ km}^3$ . Až 97,2 % všetkého objemu vody na Zemi je akumulovaných vo svetových oceánoch a moriach. Rozdelená je však nerovnomerne, väčší objem je viazaný na južnú než na severnú pologuľu. Vodná energia patrí k najdlhšie využívaným energetickým zdrojom v histórii ľudstva. Najstaršími hydroenergetickými dielami sú prietočné vodné diela situované na vodných tokoch, ktorých vývoj následne smeroval k stavbe vodných diel s akumulovaným objemom vody. V prímorských oblastiach je možné využívať na výrobu elektriny energiu prílivu a v súčasnosti sú najnovším produktom vývoja v oblasti vodnej energetiky mikro-hydroenergetické diela. Ďalším zdrojom elektrickej a tepelnej energie získavanej z vody sú geotermálne zdroje. Kapitola **Voda a vodná energia** (6.) ďalej objasňuje princíp činnosti hydroenergetických diel, klasifikuje ich na prietočné, akumulčné, prečerpávacie, prílivové a energiu prúdiacej vody využívajúce hydroenergetické diela. Výkon prietočných a akumulčných hydroelektrární vo svete dosahoval k 31. 12. 2004 720 GW, z čoho minimálne 56 GW bolo produkovaných malými vodnými elektrárnami s inštalovaným výkonom do 10 MW. V roku 2007 bolo vo svete vyrobených z vody už 924 GW elektriny, pričom najväčšími producentmi v tomto roku boli Čína (16,1 %), USA (10,8 %) a Brazília (8,3 %). Sektor malých vodných elektrární patrí medzi významných producentov elektriny. V rámci EÚ bolo v roku 2009 v tomto sektore vyprodukovaných až 12 742,7 MW elektriny. Najväčším producentom bolo Taliansko s 2 588 MW. Na Slovensku má výstavba vodných diel viac ako 400-ročnú históriu. Prvé správy o využívaní energie vody prostredníctvom výstavby vodohospodárskych vodných diel pochádzajú už z 15. a 16. storočia. S výstavbou väčších hydroenergetických diel sa na Slovensku začalo až začiatkom 20. storočia, avšak už v roku 1892 bola do prevádzky uvedená prvá banská vodná elektráreň v Žakarovciach. Do konca 19. storočia sa na Slovensku vybudovalo 17 vodných elektrární, z toho väčšina na východnom Slovensku. Ich celkový výkon bol 2 067 kW. V období rokov 1900 až 1918 sa vybudovalo 20 vodných elektrární s inštalovaným výkonom 8 754 kW. Na Slovensku stúpa aj počet malých vodných elektrární, ich celkový inštalovaný výkon v roku 2009 dosiahol 89 MW. Hoci produkcia elektriny z vody má množstvo nesporných výhod a patrí k najčistejším zdrojom elektrickej energie, má aj svoje nevýhody a nepriaznivé účinky na životné prostredie. Jednou je závislosť od klimatických podmienok – od množstva zrážok. Nepriaznivá klimatická

situácia – výskyt meteorologického a následne aj hydrogeologického sucha – môže mať významné ekonomické následky, čo sa v rokoch 2003 – 2004 prejavilo v Nórsku. Medzi nepriaznivé vplyvy hydroenergetickej produkcie elektriny patria predovšetkým vplyvy prejavujúce sa zmenami životného prostredia z pohľadu prírodných habitatov a spôsobu využitia krajiny človekom v oblasti vodných nádrží a širšom okolí. Väčšina hydroelektrární vyžaduje vybudovanie hrádze a vodnej nádrže, často s rozlohou desiatok až stoviek  $\text{km}^2$ .

**Rastlinstvo** (názov ďalšej, 7. kapitoly), flóra, resp. vegetácia – súhrn všetkých rastlinných druhov. Za rastliny sa spravidla považujú eukaryotické organizmy, ktoré majú autotrofný spôsob výživy. Život každého človeka je určitým spôsobom viazaný na rastliny, pričom nejde len o priamu potravinovú závislosť. Iba rastliny sú schopné v procese fotosyntézy premieňať neústrojné látky na zložité organické zlúčeniny, bez ktorých by celá živočíšna ríša nemohla existovať. Človek dokáže rastliny využívať mnohokrátym spôsobom: ako potravu, stavebný materiál, liečivo, či ako inšpiráciu pre umeleckú tvorbu. Rastlinstvo plní aj množstvo neproduktívnych funkcií, napr. pôdoochranné a pôdotvorné, vodoochranné a pôdohospodárske, klimatické, hygienické, ekologicko-ekostabilizačné, estetické a krajinné, resp. rekreačné. Z hľadiska obnoviteľnosti patrí rastlinstvo k obnoviteľným prírodným zdrojom. Rastliny sú rozšírené v najrôznejších podobách a formách po celej pevnine. Sú prispôbené takmer všetkým prostrediam, od vlhkých a teplých rovníkových pralesov až po chladné a nehostinné polohy polárneho a subpolárneho pásma. Slovensko má veľmi bohatú flóru najmä vďaka geografickej polohe, klimatickým podmienkam a rôznorodému geologickému substrátu. Celkový počet voľne rastúcich vyšších rastlín je 3 352, v súčasnosti sa však viac ako jedna tretina pôvodných druhov vyšších rastlín nachádza v rôznom stupni ohrozenosti. Rastlinstvo morí má odlišný charakter ako rastlinstvo súše. Krytosemenné rastliny sú v moriach zastúpené len 50 druhmi. V moriach prevládajú rôzne pralesy – asi 35 tisíc druhov. Druhovo najrozmanitejší je fytoplanktón, ktorý vyprodukuje polovicu z celkového množstva kyslíka v atmosfére vyprodukovaného všetkými rastlinami.

**Živočíšstvo ako prírodný zdroj** (kapitola 8.) – predstavuje súhrn všetkých živočíšnych druhov v celej svojej komplexnosti. Ide o systémovú jednotku, ktorá neoperuje len samotnými taxonomickými aspektmi, ale do diapazónu svojej pôsobnosti zahŕňa aj vzájomné interakcie. Aj živočíšstvo disponuje tzv. emergentnou vlastnosťou, ktorá sa pri jednotlivých druhoch prejavuje len parciálne, ale definuje ho ako celok. Táto úvaha plne platí aj v oblasti fyziotaktiky, teda racionálneho využívania prírodných zdrojov človekom (antropocentrický pohľad). Časť potenciálu, ktorý živočíšstvo ponúka ľudskej spoločnosti, je totiž viazaná aj na vzájomné medzidruhové vzťahy, napr.

produkcia medovice, fermentovaných mliečnych výrobkov atď. Z hľadiska podstaty živočíšstva ako prírodného zdroja je nutné podčiarknuť aspekty ako neobnoviteľnosť (zahŕňa predovšetkým aspekty biologickej rozmanitosti), obnoviteľnosť (prejavuje sa v aktívnej tendencii formovania a vývoja druhov) a vyčerpatelnosť (dotýka sa najmä kvantitatívnych aspektov prírodných zdrojov a v prípade živočíšstva predstavuje kontaktnú tému medzi fyziotaktikou a eksozológiou). Na území Slovenska je prirodzene druhová diverzita nižšia ako v tropických oblastiach, ktoré disponujú tzv. centrami biodiverzity. Známym je do 30 000 druhov živočíchov, čo je podľa odhadov asi 75 % z celkovej rozmanitosti na Slovensku. Podobne ako v globálnych intenciách, aj v našich podmienkach dominuje hmyz, predovšetkým chrobáky (Coleoptera) a blanokřídlavce (Hymenoptera). Človek využíval potenciál živočíšstva ako prírodného zdroja vo svoj prospech od začiatku etablovania civilizácie. Ochrana a racionálne využívanie prírodných zdrojov, vrátane živočíchov, je hlavným objektom záujmu fyziotaktiky, do ktorej ako špecifický fenomén spadá domestikácia. Domestikáciu možno definovať ako proces etablovania vzájomného vzťahu medzi človekom a ďalším živočíšnym druhom a podľa viacerých názorov sa v súčasnom svete do istej miery týka aj zoológických záhrad. Osobitnú pozornosť musí človek venovať takým zdrojom, ktoré sú neobnoviteľné a vyčerpatelné. Moderná civilizácia sa nedokáže vzdať potenciálu živočíšnej ríše, nakladanie s ňou však nesmie presiahnuť únosnú hranicu. V tejto súvislosti existuje celý rad legislatívnych opatrení, ktoré sa koncentrujú na ochranu živočíšstva a sú v diapazóne pôsobnosti eksozológie. Druhy s hospodárskym využitím podliehajú monitoringu kvantitatívnych a kvalitatívnych aspektov ich populácie. Významnú úlohu v tomto zmysle zohráva Organizácia pre výživu a poľnohospodárstvo (The Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO). Základy živočíšnej výroby tvoria ďalšiu časť tejto kapitoly. Objektom záujmu živočíšnej výroby sú hospodárske zvieratá, ktoré (podľa Rady 98/58/ES) sú definované ako zvieratá rozmnožované alebo chované z dôvodu produkcie potravín, vlny, kože alebo kožušiny, alebo na iné hospodárske účely. Po integrovaní Slovenskej republiky do EÚ bol výrazne ovplyvnený

chov ošípaných. Podľa údajov Štatistického úradu SR po vstupe SR do EÚ ich počet za obdobie 2004 – 2008 poklesol asi o 50 %. Pokles o takmer 18 % možno zaznamenať v počte hovädzieho dobytku. Pozitívom zostáva nárast počtu dojených kráv. Produkcia mäsa hospodárskych zvierat vo svetovom meradle sa dotýka najmä bravčoviny s dominantnými producentmi USA, Nemeckom a Španielskom a hovädziny, kde je v čele produkcie najmä USA, Brazília a Argentína. Mlieko sa získava z vemená dojníc v súčasnosti najmä zautomatizovaným strojným dojením, ktoré zvyšuje jeho efektívnosť a celkovú hygienu práce. Svetová produkcia mlieka všetkých druhov je 644 miliónov ton, z čoho 1,3 % tvorí ovčie a 1,9 % kozie mlieko. Do svetovej produkcie kravského mlieka (podľa FAO za rok 2005) prispievajú predovšetkým USA, India, Rusko, Nemecko a Francúzsko. Problematika mliečnych výrobkov je na Slovensku zakotvená vo výnose Ministerstva hospodárstva a Ministerstva zdravotníctva SR, ktorým sa vydáva Potravinový kódex. Osobitné odvetvie výroby predstavuje apikultúra (prírodná morušovka), sa zo starovekej Číny postupne infiltrovala do ďalších civilizácií Ázie a neskôr aj na ostatné kontinenty. Svoje uplatnenie našla aj na Slovensku. V neskoršom období začala postupne s produkciou alternatívnych umelých vlákien strácať na význame. Lov, poľovníctvo a poľovná zver, rybolov a akvakultúra sú pojmy, kde lov nepredstavuje len dôležité ekonomické odvetvie niektorých krajín, osobitne v rámci tretieho sveta, ale prináša so sebou aj množstvo opatrení, zákonov a európskej legislatívy. Živočíchovia našli dôležité uplatnenie aj na poli medicíny (animoterapia), či už ako alternatívny prístup alebo plne etablovaná a oficiálna metóda terapie pri rozmanitých ochoreniach.

Kapitolu (9.) – **Ostatné prírodné zdroje**, pod ktorými sa myslí biomasa, Slnko, vietor a geotermálna energia, názorne ilustruje obr. 1. Tieto obnoviteľné zdroje energie, ktorých základom je slnečné žiarenie (biomasa, vodná,

veterná a slnečná energia), sú schopné úplne pokryť spotrebu všetkých druhov energie prakticky v každej krajine sveta. Podľa nášho názoru by získavanie elektrickej energie len z obnoviteľných zdrojov na území Slovenska v súčasnosti bolo pre krajinu nevýhodné a ťažko realizovateľné, i keď sa im prikladá veľký význam. Dôraz sa kladie tiež na znižovanie emisných limitov. Viac ako 50 % elektriny v súčasnosti predstavuje dodávka z produkcie jadrovej energetiky. Čistá dodávka elektriny Slovenských elektrární v roku 2011 bola 19 921 GWh, vrátane elektriny vyrobenej vo VE Gabčíkovo. Čistá dodávka elektriny z vlastných zdrojov dosiahla 18 040 GWh. Takmer 89 % predstavovala dodávka bez emisií skleníkových plynov – z produkcie jadrových a vodných elektrární. Elektrinu je možné vyrábať zo slnečného žiarenia priamo, napr. pomocou fotovoltaiických článkov. Nepriamo sa dá slnečná energia využívať vo forme biomasy (rastliny využívajú slnečné žiarenie prostredníctvom fotosyntézy na svoj rast), veternej energie, ktorá vzniká v dôsledku nerovnomerného zohrievania zemského povrchu slnečnými lúčmi a následnej cirkulácie vzduchu, alebo vodnej energie, keď sa voda z povrchu morí a oceánov v dôsledku slnečného žiarenia vyparuje, vo forme zrážok dopadá na zem a dodáva energiu vodným tokom. Geotermálna energia predstavuje potenciálny obnoviteľný zdroj, ktorý síce nemá svoj pôvod v slnečnej energii, pretože pochádza z horúceho jadra Zeme, ale vzhľadom na obrovské zásoby geotermálnej energie pod zemským povrchom je možné považovať ju za nevyčerpatelný zdroj.

Hodnotená publikácia predstavuje hodnotnú vysokoškolskú učebnicu, ktorá vychádza z dlhoročných pedagogických skúseností autorského kolektívu, zohľadňujúc vedecké pozadie každého z autorov. Napriek tomu, že je písaná odborným jazykom, má potenciál osloviť aj širokú verejnosť s environmentálnym cítením. Po prečítaní čitateľ nadobudne vedomosti a prehľad nielen o využívaní, ale aj o monitorovaní a ochrane prírodných zdrojov, či už na území Slovenskej republiky alebo vo svete.

Michal Galamboš a Oľga Roszkopfová  
Katedra jadrovej chémie  
Prírodovedeckej fakulty UK,  
Mlynská dolina, 842 15 Bratislava;  
galambos@fns.uniba.sk