

## **Posudok habilitačnej práce**

**Téma habilitačnej práce:** *Štúdium kontaminácie životného prostredia ťažkými kovmi a jeho ochrana*

**Autor práce:** *RNDr. Zuzana Melichová, PhD.*

**Oponent habilitačnej práce:** *doc. Ing. Karol Kočík, CSc.*

Dňa 24.11. 2015 mi bola doručená habilitačná práca RNDr. Zuzany Melichovej, PhD., s názvom „Štúdium kontaminácie životného prostredia ťažkými kovmi a jeho ochrana“ a to na základe menovania dekanom Fakulty ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, pánom doc. Ing. Brankom Slobodníkom, PhD., v ktorom ma požiadal o vypracovanie oponentského posudku vzhľadom k schváleniu jednotlivých náležitostí habilitačného konania Vedeckou radou FEE TU vo Zvolene zo dňa 19.11.2015. V zmysle pokynov sa v posudku zameriam na tri okruhy a to:

- celkové zhodnotenie habilitačnej práce,
- celkové zhodnotenie pedagogickej a publikačnej činnosti,
- vyjadrenie, či odporúčam (neodporúčam) menovanú za docenta.

### **1. Celkové zhodnotenie habilitačnej práce.**

Predložená habilitačná práca RNDr. Zuzany Melichovej, PhD., vypracovaná na tému „Štúdium kontaminácie životného prostredia ťažkými kovmi a jeho ochrana“ predstavuje kombinovaný spis pozostávajúci z dvoch častí a to samotného textu habilitačnej práce a 14 príloh prezentujúcich samostatné vedecké práce publikované v zborníkoch z vedeckých konferencií, vo vedeckých periodikách a renomovaných vedeckých časopisoch (vedecké časopisy indexované v current contents alebo v Scopus).

Samotný text habilitačnej práce pozostáva zo 43 strán textu v rátane prehľadu použitej literatúry a zoznamu príloh. Text je členený do 6 samostatných kapitol (úvod, teoretická časť, prehľad výsledkov a diskusia, záver, použitá literatúra a prílohy), pričom dve kapitoly (teoretická časť a prehľad výsledkov a diskusia) sú rozčlenené do podkapitol.

Habilitačná práca je zameraná na súhrn výsledkov autorkiných vedeckých prác, v ktorých sa venuje hodnoteniu kvality povrchových i podzemných vôd v banských subregiónoch okolia Banskej Bystrice a posúdeniu možností „odstránenia“ vybraných ťažkých kovov (olova a medi) z týchto vôd ich adsorpciou na prírodné nanomateriály (zeolit a bentonit). Autorka sa teda vo svojom vedeckom zameraní sústredila na spojitý problém súvisiaci s jedným pomerne aktuálnym momentom a to hodnotením starých environmentálnych záťaží z baníckej činnosti a následným zhodnotením jednej z možností dekontaminácie a tak revitalizácie životného prostredia v týchto historických baníckych oblastiach.

Pri štúdiu kontaminácie životného prostredia toxickými kovmi v okolí Banskej Bystrice sa autorka prednostne zamerala na hodnotenie kvality prírodných vôd, ktoré sú dlhodobo pod vplyvom starých banských záťaží v lokalitách Ľubietová, Špania Dolina a Staré Hory. V prezentovaných výsledkoch popri hodnotení pH, teploty, CHSK5, BSK5 a podobne, dominuje zameranie na širšie spektrum anorganických prvkov, ktoré sa všeobecne označujú pojmom ťažké kovy. Ich prítomnosť ako kontaminantov je zjavná a súvisí s antropogénnou redistribúciou časti geologickej vrstvy, kde sú súčasťou minerálneho zloženia hornín v minulosti bohatých na významné kovy a za týmto účelom v banských oblastiach ťažených a spracovávaných. Popri získavaní vzácnych kovov, najmä medi, v menšej miere striebra a okrajovo i zlata, sa do biosféry permanentne dostávali aj ďalšie prvky vykazujúce už v mierne zvýšených koncentráciách toxicitu pre živé systémy vrátane človeka. Kardinálnym problémom teda nie je ich prítomnosť v abiotických zložkách prostredia (geologické vrstvy, voda, pôda čiastočne ovzdušie), kde vždy boli ako dôsledok prirodzene postupujúcich geochemických procesov, ale človekom akcelerovaný biogeochemický cyklus týchto prvkov, čím sa stali pre biosféru rizikovými. Ich hodnotenie a monitoring je teda veľmi dôležitý aj s ohľadom na najnovšie poznatky ich reálneho či potenciálneho ekotoxického účinku. Od toho sa potom odvíja aj komplex opatrení smerujúcich k tzv. ochrane životného prostredia, čo v konečnom dôsledku v logickom kontexte predstavuje súhrn postupov spomaľujúcich postup týchto prvkov do zložiek biosféry alebo ich čiastočné rozptýlenie do koncentrácií, ktoré sú pre živé organizmy netoxické.

Autorka sa v teoretickej časti habilitačného spisu venuje problematike „ťažkých kovov“, kde sa pokúsila vymedziť tento pojem. Ide o vžitú pomenovanie anorganických prvkov, z ktorých mnohé z chemického hľadiska ani nie sú kovmi (napr. berýlium, arzén, selén, bizmut a podobne). Ich začlenenie do tejto skupiny bolo v minulosti podmienené tým, že dané prvky mali byť vysoké atómové číslo alebo vysokú mernú hmotnosť. Nie je úplne pravdou, čo uvádza autorka na str. 10, že ich možno rozčleniť na esenciálne ťažké kovy a toxické ťažké kovy. Sama si v ďalšom texte trochu protirečí, keď uvádza, že esenciálne prvky (napr. Fe, Cu, Zn, Mn) sú v malých dávkach (skôr množstvách, pojem dávka je priveľmi agrochemicky) nevyhnutné pre správnu funkciu organizmu (asi by malo byť organizmov), ale ak ich koncentrácia presiahne 40-200 krát hranicu esenciálnej koncentrácie, stávajú sa toxickými. Toto členenie možno rozporovať aj názvom práce v prílohe č. 9, kde je názov práce „Sledovanie koncentrácií vybraných toxických kovov vo vzorkách prírodných vôd z okolia ložísk Podlipa a Svätodušná dolina (Ľubietová)“, pričom vo výsledkovej časti sú uvádzané prvky ako Cu, Zn, Mn a Fe. To by znamenalo, že tieto prvky sú raz toxické a inokedy esenciálne? Túto banalitu uvádzam aj preto, že pojmovému vymedzeniu predmetu jej skúmania t.j. tzv. ťažkým kovom autorka venuje tri strany a potom mi absentuje pohľad na tieto prvky, ktoré sú tak dlho (asi od 50-tich rokov minulého storočia sú predmetom hodnotenia v ŽP) a intenzívne (vyšlo nespočetné množstvo prác so zameraním na ťažké kovy, resp. rizikové prvky) skúmané nie len z chemického, ale hlavne ekotoxikologického pohľadu. V domácej aj zahraničnej literatúre sa stretávame so snahou objektivizovať ich hodnotenie, ale aj označenie (rizikové prvky v angl. „risk elements“, resp. „hazardous elements“). V spojitosti s vyššie uvedeným, t.j. prepojením geochemických procesov s biogeochemickými cyklami, od čoho sa odvodzuje rizikovosť týchto prvkov pre ŽP, mi tiež chýba širší prehľad a možno aj použitie už dnes klasických prác typu „Heavy metal in Environment“ (autor Kabata-Penias), či „Spuren elementen in der Umwelt“ (autori Fiedler-Rösler) alebo „Pohyb olova, kadmia a rtuti v biosfére (autori Cibulka a kol.).

V ďalšej časti teoretického prehľadu sa autorka venuje vplyvu banskej činnosti na kvalitu prírodných vôd v okolí Banskej Bystrice, kde v krátkosti najskôr pojednáva o baníckej minulosti regiónu a prezentuje heslovite vybrané práce, ktoré sa tejto téme venovali. Opäť akoby chýbal autorkin vklad a názor na daný okruh problému s vymedzením kauzálnych

príčin a od nich odvodených možných eliminačných opatrení, ktoré by mohla využiť aj v pedagogickom procese.

V ostatnej časti teoretického prehľadu sa venuje adsorpcii, ako možnému postupu pri úprave a čistení vody od „kovov“ a ich zlúčenín. Adsorpcia je jedná z alternatív, ako čiastočne viazať dané prvky na vhodný sorbent a tým redukovať celkové množstvá týchto prvkov a ich zlúčenín v prírodných vodách, pokiaľ sú kontaminované. Problém vnímam však podstatne komplexnejšie. Nakoľko habilitačná práca by mala mať okrem vedeckej aj istú pedagogickú časť, bolo by z didaktického pohľadu vhodné uviesť prehľad metód detoxikácie vôd kontaminovaných tzv. ťažkými kovmi, poukázať na ich pozitíva a negatíva a tak vymedziť dôvody, prečo sa autorka venuje jednej z týchto metód.

Keďže použité sorbenty (zeolity a bentonity) sú sekundárne horniny pozostávajúce z ílových minerálov, na krátkom priestore autorka pojednáva aj o problematike ílov. V pôdoznanectve je niekoľko členení, ktoré sa tejto otázke venujú a preto taxatívne vymedzenie ílovej frakcie, ako podielu minerálnych častíc pôdy menších ako 4 µm nie je úplne exaktne korektným údajom.

Vo výsledkovej časti autorka komentuje výsledky svojho výskumu, resp. výskumu na ktorom sa podieľala od roku 2008 do súčasnosti, pričom tieto výsledky komentuje a sumarizuje. Argumentačnou anabázou sú pritom priložené vedecké práce, na ktoré sa v tejto časti habilitačnej práce odvoláva. Možno konštatovať, že vo svojom výskume používa všeobecne uznávané metodické postupy a hodnotenia (čo je zjavné z preštudovania priložených prác).

Na prvých piatich stranách výsledkovej časti sú komentované súhrnné výsledky hodnotenia kvality prírodných vôd v oblasti Podlipa a Svätodušná dolina v Lubietovej. Ide o výsledky sezónneho monitoringu znečistenia podzemných a povrchových vôd v blízkosti týchto dvoch ložísk, ktorý bol vykonaný v rokoch 2008-2009. Významným výsledkom je skutočnosť, že neustále dochádza k vyplavovaniu medi vo výtokoch hald, kde boli indikované nadlimitné koncentrácie tohto prvku. Za mierne diskutabilné však považujem konštatovanie, že nízke koncentrácie sledovaných prvkov vo vode v potoku Hutná ako aj v minerálnej vode Lihartovka a v ďalších sledovaných podzemných vodách používaných na pitie svedčia o tom, že ílové minerály v danej oblasti sorbujú väčšinu ťažkých kovov. Treba vychádzať z hydrogeologických a pedologických pomerov daného územia a zohľadňovať aj krajinnú štruktúru vzhľadom k vegetačnej pokrývke. Redukcia obsahov prvkov v predmetných vzorkách v porovnaní s výtokmi z hald je zrejme spôsobená komplexom faktorov a podieľa sa na nej aj biofiltrácia, či väzba týchto prvkov na ďalšiu významnú zložku tvoriacu pôdny koloidný komplex (humusové látky).

Významnú časť habilitačnej práce, ktorá nadväzuje na výskumné aktivity autorky tvoria komentované výsledky pokusov so sorbentmi. Ide o jednu z alternatív dekontaminácie vôd, ktoré sú napr. v ochrane pôdy pomerne dobre objasnené. Na rozdiel od pôd, kde použitie či už zeolitov alebo bentonitov len imobilizuje dané prvky v systéme pôda – rastlina, pri dekontaminácii vôd dochádza k celkovému zníženiu ich obsahov v skúmanej matrici, čo je veľmi pozitívne. Otázne je však, ako nakladať s týmito sorbentmi, ktoré by boli v procese čistenia použité, nakoľko zrejme obsahujú veľké množstvá adsorbovaných prvkov a samé následne predstavujú isté environmentálne riziko. To som sa žiaľ z preštudovanej práce nedozvedel.

Celkovo hodnotím habilitačnú prácu pozitívne. Chýba jej však širší didaktický aspekt a v komentovaných výsledkoch aj ucelenejší názor autorky na danú problematiku, ktorý by vychádzal z komplexu jej poznatkov v kontexte iných prác podobného charakteru publikovaných u nás aj vo svete, čo by mohla využiť vo svojej ďalšej vedecko-výskumnej činnosti ako aj pedagogickom procese.

## 2. Celkové zhodnotenie pedagogickej a publikačnej činnosti.

Napriek tomu, že celkové zhodnotenie pedagogickej a publikačnej činnosti zrejme spadá do kompetencie habilitačnej komisie, predkladám aj toto zhodnotenie, pričom môžem vychádzať len z dodaných materiálových podkladov.

RNDr. Zuzana Melichová, PhD. je absolventkou prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave, ktorú ukončila v roku 1991, pričom v nasledujúcom období (t.j. v rokoch 1991-1995) absolvovala doktorandské štúdium v odbore fyzikálna chémia na Katedre fyzikálnej chémie PRIF UK Bratislava. V roku 1996 obhájila dizertačnú prácu na tému „Chemické oscilátory založené na oxidácii manganatých iónov v CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor)“. Už po ukončení doktorandského štúdia nastúpila na fakultu prírodných vied UMB v Banskej Bystrici, kde viedla cvičenia chemických disciplín. Doposiaľ pôsobí na Katedre chémie FPV UMB Banská Bystrica, kde zabezpečuje výučbu 7 povinných predmetov (zväčša vedenie cvičení a vybraných prednášok), 3 povinne voliteľných predmetov a 4 voliteľných (výberových) predmetov. Zväčša ide o predmety zamerané na fyzikálnu a analytickú chémiu s nadstavbou na otázky súvisiace s environmentálnou chémiu, resp. technológiami čistenia vôd. Možno skonštatovať, že má bohaté pedagogické skúsenosti a zručnosti, ktoré získala počas 21 ročného pôsobenia na predmetnej katedre, pričom bola tiež vedúcou 14 bakalárskych a 28 diplomových prác študentov FPV UMB Banská Bystrica. Bolo by vhodné doplniť informáciu o jej podiele na výučbe aj na našej fakulte.

V oblasti jej vedecko-výskumného pôsobenia sa zameriavala najmä na témy korešpondujúce s jej štúdiom a profiláciu a to v oblasti environmentálnej chémie a environmentálnych technológií. Od roku 1994 sa podieľala na riešení 6 VEGA projektov (v 1 ako zástupca vedúceho projektu v 5 ako spoluriešiteľ), ďalej participovala na dvoch KEGA projektoch (v rokoch 2006-2008 ako vedúca projektu, v ďalšom ako spoluriešiteľka projektu) a v jednom medzinárodnom projekte Leonardo da Vinci (ako spoluriešiteľ). Podľa predložených podkladov možno konštatovať, že publikovala spolu 13 vedeckých prác v kategóriách ADC, ADD, ADM a ADD, čo možno považovať za postačujúce a veľmi dobré plnenie kritérií, pričom treba vyzdvihnúť skutočnosť, že doposiaľ publikovala 9 prác v spoluautorstve v karentových časopisoch 2 práce v spoluautorstve v časopisoch databáz Web of Science a SCOPUS. V plnení kritérií i v jej profesijnom životopise sú uvedené aj ďalšie údaje o počte publikovaných vedeckých a odborných prác, čo preukázateľne potvrdzuje dostatočnú vedeckú erudíciu potrebnú pre získanie vedecko-pedagogickej hodnosti docent. Z požadovaných kritérií by som odporučil doplniť údaj o publikovaných vedeckých monografiách (podľa predložených materiálov je jedna v tlači – bolo by vhodné pri obhajobe uviesť stav predmetnej veci).

Celkovo možno konštatovať, že RNDr. Zuzana Melichová, PhD. je etablovaná vedecko-pedagogická pracovníčka, signifikantne plní kritéria pre udelenie vedecko-pedagogickej hodnosti docent a to tak v pedagogickej ako aj vedecko-výskumnej oblasti.

## 3. Záver

Na základe vyššie uvedených skutočností sa domnievam, že RNDr. Zuzana Melichová, PhD., plní habilitačné kritéria schválené VR FEE a VR TU vo Zvolene, podľa doložených materiálov je erudovanou vysokoškolskou učiteľkou s bohatou vedecko-výskumnou

činnosťou. Na základe preštudovanej habilitačnej práce možno skonštatovať, že má predpoklady odborného rastu v oblasti vedecko-výskumných aktivít korešpondujúcich s environmentálnou chémiou a environmentálnym inžinierstvom. Vychádzajúc z týchto skutočností **odporúčam udeliť** menovanej RNDr. Zuzane Melichovej, PhD. vedecko-pedagogický **titul docent v študijnom odbore 4.3.2. Environmentálne inžinierstvo.**

Vo Zvolene, dňa 29.2.2016

doc. Ing. Karol Kočík, CSc.