

Doc. RNDr. Andrej Mojzeš, PhD.

Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta
Katedra inžinierskej geológie, hydrogeológie a aplikovanej geofyziky
Mlynská dolina, Ilkovičova 6
842 15 Bratislava 4, Slovenská republika

tel.:

e-mail:

Oponentský posudok

na habilitačnú prácu RNDr. Moniky Müllerovej, PhD.

„Štúdium správania sa radónu v ovzduší pobytových a pracovných priestorov“

Zameranie habilitačnej práce

Podľa smernice rady EÚ 2013/59/EURATOM je potrebné v členských krajinách EÚ realizovať národné akčné plány na riešenie dlhodobých rizík vyplývajúcich z ožiarenia radónom. Predložená habilitačná práca RNDr. Moniky Müllerovej, PhD. podáva v koncentrovanej podobe najdôležitejšie výsledky výskumov realizované v tejto oblasti na území Slovenska spolu s odskúšanými aplikačnými metodikami, postupmi spracovania a zistenými faktormi, ktoré sú odpoveďou a návodom na riešenie týchto rizík.

Habilitačná práca sa zaoberá fyzikálnymi aspektami radónovej problematiky pobytových a pracovných priestorov. Má výrazne praktický charakter a prináša množstvo veľmi konkrétnych poznatkov a parametrov priamo využiteľných v radónovej praxi zameranej najmä na identifikáciu a analýzu lokálnych zdrojov radónu vo vnútornom ovzduší, jeho priestorové a časové správanie sa, spolu s analýzou príčin tohto správania až po spôsoby odhadu priemernej ročnej hodnoty objemovej aktivity radónu v pobytových priestoroch, napríklad aj na základe krátkodobých meraní.

Hodnotenie habilitačnej práce

Autorka vhodne zvolila formu habilitačnej práce ako súbor publikovaných vedeckých prác doplnený komentárom, najmä s ohľadom na jej bohatú publikačnú činnosť. Habilitačná práca pozostáva v tomto zmysle zo 64 strán vlastného textu – komentára a ďalších 80 strán prílohy, ktorá zahŕňa 15 vybraných publikácií autorky. Komentár obsahuje zoznam literatúry a 56 kvalitných obrázkov, z ktorých väčšina prezentuje veľmi cenné závislosti zistené ako experimentálnymi meraniami, tak aj modelovými výpočtami.

Po obsahovej stránke je habilitačná práca cenná najmä:

- stručnou prezentáciou a vysvetlením meracích metodík a detekčných zariadení, nakoľko išlo o realizáciu širokého výskumu radónu v pobytových priestoroch, ale aj pôde, vode a vonkajšej atmosfére, a ich porovnaním:
 - stopové detektory Raduet, Ramarn a RSKS na integrálne merania,
 - Lucasove scintilačné komôrky, AlphaGUARD, TERA systém a kontinuálne scintilačné detektory na bodové a kontinuálne merania,
 - meranie hĺbkových profilov radónu v pôde,

- určenie objemovej aktivity radónu (OAR) vo vode,
- meranie exhalačnej rýchlosti radónu z pôdy.
- prezentáciou možných zdrojov radónu vo vnútornej atmosfére obydli,
- prezentáciou závislosti variácií hodnôt OAR vo vnútornej atmosfére od:
 - meteorologických parametrov (teplota, tlakový gradient a vietor),
 - konštrukcie stavby (prísun radónu a ventilačná rýchlosť),
 - návykov obyvateľov (vetranie),
 - exhalačnej rýchlosti radónu z pôdy.
- určením sezónneho korekčného faktora na výpočet priemernej ročnej dávky od radónu v pobytovom priestore a jeho porovnaním s inými krajinami,
- zistením nadhodnotenia OAR v pracovných priestoroch (školkách) na základe integrálného merania stopovými detektormi.

Niekoľko pripomienok a otázok k obsahovej stránke práce je uvedených v prílohe k posudku.

Po formálnej stránke je práca napísaná pozorne s minimom gramatických chýb a všetky v texte citované zdroje sú uvedené v zozname literatúry, naopak 1 literárny zdroj uvedený v zozname literatúry nie je citovaný. Určitý nedostatok existuje v rozdielnosti medzi tvarom odkazu na zdroj v texte a jeho tvarom v zozname literatúry. Taktiež prílohy citované v texte sú číslované, ale v zozname príloh na str. 65-66 nemajú priradené čísla, čo sťažuje orientáciu a vyhľadávanie v práci.

Spomenuté formálne nedostatky spolu s niekoľkými malými poznámkami uvádzam v prílohe k posudku.

Splnenie kritérií na získanie titulu docent

RNDr. Monika Müllerová, PhD. je spoluautorkou v 1 kapitole monografie, v 21 vedeckých prácach publikovaných v zahraničných časopisoch (požiadavka je 15 prác) a v 128 ďalších prácach. Rovnako citačný ohlas jej vedeckých prác (81 citácií WoS) taktiež vysoko prekračuje požiadavku 50 citácií.

Potešujúcim faktom je, že tieto aktuálne svetové výsledky sa prostredníctvom pedagogickej činnosti autorky habilitačnej práce dostávajú priamo študentom a doktorandom minimálne v 7 vyučovaných predmetoch, ale aj odborným vedením študentov pri vypracovávaní ŠVK, bakalárskych a magisterských prác (15 študentov) a konzultáciami pri dizertačných prácach (2 doktorandi).

Záver

Z vymenovaného zoznamu problematiky zvládnutej uchádzačkou vyplýva jej široký odborný záber a schopnosti v oblasti praktických meraní, teoretických vývodov a ich numerického riešenia.

Cenné závery habilitačnej práce sú výsledkom dlhoročnej vedeckovýskumnej a vývojovej činnosti „slovenskej radónovej školy“ vedenej a sústredenej okolo doc. Karola Holého, CSc. v Radónovom laboratóriu KJFB FMFI UK. RNDr. Monika Müllerová, PhD. bola doteraz spoluriešiteľkou 12 vedeckovýskumných projektov (VEGA, Visegrad, ŠF EU, ESF) a 3 úloh riešených pre potreby praxe. Aktívne predsedá sekciám medzinárodných konferencií

venujúcich sa problematike radónu a radiačnej ochrany. Absolvovala 2 výskumné pobyty v Inštitúte jadrovej fyziky PAV.

RNDr. Monika Müllerová, PhD. splnila všetky odborné a pedagogické kritériá, ako aj formálne požiadavky na získanie vedecko-pedagogického titulu docent v odbore Fyzika na FMFI UK v Bratislave.

Habilitačnú prácu hodnotím vysoko a odporúčam ju k obhajobe. Po úspešnom habilitačnom konaní **navrhujem udeliť RNDr. Monike Müllerovej, PhD. vedecko-pedagogický titul**

„docent“.

V Bratislave 10.1.2021

Príloha

k oponentskému posudku na habilitačnú prácu RNDr. Moniky Müllerovej, PhD.

„Štúdium správania sa radónu v ovzduší pobytových a pracovných priestorov“

A) pripomienky a otázky k obsahovej stránke práce:

- **Str. 18** rovnica 2.2 – ako sa určuje účinnosť prevodu radónu z emanačnej nádoby do scintilačnej komory pri meraní radónu vo vode?
- **Str. 22** nebolo uvažované o vylúčení kontinuálnych monitorov AlphaGUARD (Genitron) a TERA systému z meraní z dôvodu ich extrémnych (max a min) meraných hodnôt spomedzi 5 testovaných prístrojov?

obr. 2.15 – čomu prisudzuje autorka existenciu vyšších hodnôt OAR na lokalite F1 oproti lokalite MZ v mesiacoch mar-máj a nov-dec v porovnaní s opačným pomerom hodnôt v ostatných mesiacoch?
- **Str. 25** obr. 2.16 - má autorka meraniami overené tvrdenie, že rozdielna úroveň OAR v pôde na miestach MA a F1 je spôsobená rozdielnou plynopriepustnosťou pôd?
- **Str. 29** obr. 3.2 – nie je možné posun maxima OAR v domoch v Záhorskej Bystrici k nižším hodnotám oproti domom v Ružomberku vysvetliť okrem prevahy novej výstavby aj nižšou hodnotou prírodnej rádioaktivity geologického podložía v oblasti Záhorskej Bystrice?
- **Str. 30** obr. 3.3 – najmä na lokalite Čifáre, ktorá má porovnateľné zastúpenie novej domovej výstavby po r. 2001 s lokalitou Záhorskej Bystrice (obr. 3.2) (25% a 31%), je možné snáď pozorovať vplyv vyššej prírodnej rádioaktivity geologického podložía oblasti Čifár?
- **Str. 32** aký bol výsledok a záver riešenia radónovej problematiky domu riešenej na obr. 3.4-3.6? Čo bolo príčinou neexistencie denných variácií OAR v dome? Aký je praktický postoj autorky k riešeniu problematiky vysokého radónového rizika v obývaných domoch, zisteného počas riešenia vedeckého projektu, vo vzťahu k ich obyvateľom?
- **Str. 33** obr. 3.8 – dokumentuje obrázok okrem ročného priebehu aj dennú (0-24 hod) závislosť OAR v pobytovom priestore od gradientu teploty medzi vnútornou a vonkajšou atmosférou? Je denná závislosť pozitívna? Existuje medzi krivkami gradientu teploty a OAR v dennom priebehu nejaký definovateľný časový posun?
- **Str. 38** obr. 3.17 – ako sa vysvetľuje existencia denných variácií v celoročnom priebehu OAR v neobývanom dome v Novákoch a ich neexistencia v zimných mesiacoch počas neobývanosti domu v Dolnom Piali (obr. 3.8)?

- **Str. 42** tab. 3.1 – bola preukázaná nejaká súvislosť medzi gamaspektrometrickými parametrami základových pôd študovaných domov a OAR v ich vnútornom ovzduší? Aký je názor autorky na možnosť odvodu radónového rizika vo vnútornom ovzduší domov na základe existujúcich celoplošných gamaspektrometrických údajov (ŠGÚDŠ), prípadne na základe nových detailných lokálnych gamaspektrometrických meraní?
- **Str. 47 a 48** posledné odstavce – sezónne korekčné faktory pre stanovenie priemernej ročnej hodnoty OAR v pobytových priestoroch zistené a testované na domoch v lokalitách západného Slovenska sú v dobrej zhode s hodnotami zistenými v iných krajinách. Predpokladám, že budú bez problémov aplikovateľné aj pre ostatné regióny Slovenska. Je aj autorka tohto názoru alebo budú potrebné overovacie a potvrdzovacie merania?

B) pripomienky k formálnej stránke práce:

Dielo v zozname použitej literatúry, ktoré nie je citované v texte: European Commision (1996)

- **Str. 7** nie Arvela, 1988, ale Arvela et al., 1988
nie Darby, 2004, ale Darby et al., 2004, pričom ale ani v zozname literatúry nie sú vymenovaní spoluautori
Euratom, 2013 nie je v zozname literatúry
- **Str. 9** Euratom, 2013 nie je v zozname literatúry
nie Yarmoshenko, 2016, ale Yarmoshenko et al., 2016
nie Watson, 2017, ale Watson et al., 2017
nie Fuente, 2019, ale Fuente et al., 2019 (2x na strane 9)
nie Dai, 2019, ale Dai et al., 2019
nie Holý, 2015, ale Holý et al., 2015
SURO, 2000a je v zozname literatúry uvedené ako internetový zdroj suro.cz bez uvedenia roku vydania 2000
nie Müllerová, 2007 a, b, ale Müllerová a Holý, 2007a, b
nie Schubert, 2018, ale Schubert et al., 2018
nie Arvela, 1999, ale Arvela a Winqvist, 1999
nie Font, 1999, ale Font et al., 1999, pričom ale ani v zozname literatúry nie sú vymenovaní spoluautori
nie Wang, 2000, ale Wang a Ward, 2000
nie Crockett, 2016, ale Crockett et al., 2016
- **Str. 10** nie Müllerová, 2006, ale Müllerová et al., 2006
nie Müllerová, 2008, ale Müllerová a Holý, 2008

nie Thomas, 2006, ale Thomas et al., 2006, pričom ale ani v zozname literatúry nie sú vymenovaní spoluautori (2x na strane)

nie Froňka, 2008, ale Froňka et al., 2008

nie Collignan, 2019, ale Collignan a Powaga, 2019

rovnice 1.1 až 1.4: čo je veličina V?

- **Str. 12** nie Porstendörfer, 1994, ale Porstendörfer et al., 1994

nie Chávez, 2002, ale Chávez a Segovia, 2002

nie Müllerová, 2007a, b, ale Müllerová a Holý, 2007a, b

nie Müllerová, 2020, ale Müllerová et al., 2020

nie Nazaroff, 1988, ale Nazaroff et al., 1988

- **Str. 13** rovnica 1.6. – chýba jej autorstvo (Müllerová?)

- **Str. 14** nie Beláň, 1992, ale Beláň et al., 1992

nie Holý, 1995, 1996, 1998, 1999a, 1999b, 2006, 2010, 2012, 2013, ale Holý et al., 1995, 1996, 1998, 1999a, 1999b, 2006, 2010, 2012, 2013

nie Stanys, 1998, ale Stanys et al., 1998

nie Müllerová, 2007c, 2013, 2016, 2019a, ale Müllerová et al., 2007c, 2013, 2016, 2019a

nie Eckertová, 2019, ale Eckertová et al., 2019

- **Str. 15** nie Holý, 1996, 1997, 1998, 1999a, 2010, ale Holý et al., 1996, 1997, 1998, 1999a, 2010

nie Ward, 1991, ale Ward a Borak, 1991

- **Str. 16** nie Daniel, 1996, ale Daniel et al., 1996, pričom ale ani v zozname literatúry nie sú vymenovaní spoluautori

- **Str. 17** nie Holý, 1999a, ale Holý et al., 1999a

nie Gudzenko, 1987, ale Gudzenko a Dubinčuk, 1987

nie Holý, 2006, ale Holý et al., 2006

nie Blahušiak, 2017, ale Blahušiak et al., 2017 (2x na strane)

- **Str. 18** nie Holý, 2000, ale Holý et al., 2000

rovnica 2.3 – chýba vzťahnutie značky Es k exhalačnej rýchlosti radónu z pôdy

- **Str. 19** nie Iimoto, 2008, ale Iimoto et al., 2008

nie Lawrence, 2009, ale Lawrence et al., 2009

nie Müllerová, 2018, ale Müllerová et al., 2018

- **Str. 20** nie Tokonami, 2005, ale Tokonami et al., 2005

- nie Müllerová, 2016, 2019b, ale Müllerová et al., 2016, 2019b
- **Str. 21** SURO, 2000b je v zozname literatúry uvedené ako internetový zdroj suro.cz bez uvedenia roku vydania 2000
 - nie Blahušiak, 2020, ale Blahušiak et al., 2020
 - nie Müllerová, 2016, 2013, ale Müllerová et al., 2016, 2013
 - **Str. 23** nie Müllerová, 2019a, ale Müllerová et al., 2019a
 - **Str. 24** nie Bulko, 2006, ale Bulko et al., 2006
 - **Str. 25** na obr. 2.15 a 2.16 sa líšia označenia meraní v areáli meteorologických pozorovaní (MZ – meteorologická základňa?, MA – meteorologický areál)
 - **Str. 26** nie Holý, 2013, ale Holý et al., 2013
 - nie Holý, 1997, 2007, ale Holý et al., 1997, 2007
 - **Str. 27** nie Müllerová, 2011, 2014a, ale Müllerová et al., 2011, 2014a
 - nie Daniel, 1996, ale Daniel et al., 1996, pričom ale ani v zozname literatúry nie sú vymenovaní spoluautori
 - nie Holý, 2015, ale Holý et al., 2015
 - nie Bulko, 2017, ale Bulko et al., 2017
 - nie Merta, 2000, ale Merta a Burian, 2000
 - nie Blahušiak, 2017, ale Blahušiak et al., 2017
 - **Str. 28** nie Thomas, 2006, ale Thomas et al., 2006, pričom ale ani v zozname literatúry nie sú vymenovaní spoluautori
 - nie Müllerová, 2010, 2007a, ale Müllerová a Holý, 2010, 2007a
 - nie Müllerová, 2007b, 2014b, ale Müllerová et al., 2007b, 2014b
 - **Str. 29** nie Gluch, 2009, ale Gluch et al., 2009, pričom ale ani v zozname literatúry nie sú vymenovaní spoluautori
 - **Str. 31** obr. 3.4 – chyba legenda k znázorneným krivkám – iba z textového kontextu je možné dedukovať veličiny kriviek
 - obr. 3.5 – aký je význam parametra λ^* (ventilačná rýchlosť λ_v alebo $V \cdot \lambda_v$)?
 - **Str. 33** nie Brisudová, 2018, ale Brisudová et al., 2018
 - **Str. 38** nie Müllerová, 2008, ale Müllerová a Holý, 2008
 - **Str. 39** nie Müllerová, 2007a, ale Müllerová a Holý, 2007a (2x na strane)
 - **Str. 41** obr. 3.21 – ide o sezónny priebeh hodinových priemerov OAR?
 - **Str. 43** obr. 3.23 – súčet miestností podľa študovaných kategórií (40 nepodpivničených + 24 podpivničených = 64 celkom) nesúhlasí s celkovým počtom 63 analyzovaných miestností
 - **Str. 44** nie Algin, 2019, ale Algin et al., 2019, pričom ale ani v zozname literatúry nie sú vymenovaní spoluautori

- **Str. 45** 1. odstavec, 5.-6. riadok zhora: v tej istej vete použité 2x spojenie „v rámci neistoty“
 - 1. odstavec, 11.-13. riadok zhora: vetu by bolo vhodné preformulovať
- **Str. 48** tab. 3.3 – nie Burke, 2010, ale Burke et al., 2010, pričom ale ani v zozname literatúry nie sú vymenovaní spoluautori
 - nie Kozak, 2011, ale Kozak et al., 2011, pričom ale ani v zozname literatúry nie sú vymenovaní spoluautori
 - nie Park, 2018, ale Park et al., 2018, pričom ale ani v zozname literatúry nie sú vymenovaní spoluautori
 - nie Pinel, 1995, ale Pinel et al., 1995, pričom ale ani v zozname literatúry nie sú vymenovaní spoluautori
 - Algin, 2018 nie je v zozname literatúry
- **Str. 51** nie Gluch, 2009, ale Gluch et al., 2009, pričom ale ani v zozname literatúry nie sú vymenovaní spoluautori
 - nie Holý, 2015, ale Holý et al., 2015
- **Str. 53** obr. 3.33 – chýba legenda: čo znamená červená čiara na úrovni 300 Bq·m⁻³? Indikačná hodnota alebo priemerná hodnota OAR?
 - obr. 3.34 – ide o sezónny priebeh hodinových priemerov OAR?, čierne úsečky sú pravdepodobne mesačné priemery hodinových priemerov?
- **Str. 54** obr. 3.35 – chýba legenda: čo znamená červená čiara na úrovni 300 Bq·m⁻³? Indikačná hodnota alebo priemerná hodnota OAR?