

prof. RNDr. Vladimír Zelenák, DrSc.

Katedra anorganickej chémie

ÚCHV PF UPJŠ, Moyzesova 11, 041 54 Košice

tel.: +421 (055) 234 2343, fax: +421 (055) 622 21 24, IČO: 00397768

e-mail: vladimir.zelenak@upjs.sk, <http://www.science.upjs.sk>

Košice, 10. 02. 2026

Oponentský posudok na habilitačnú prácu

Koloidné kvantovo obmedzené anorganické nanokryštály

predloženú RNDr. Milanom Sýkorom, PhD., MBA

z Laboratória pokročilých materiálov Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave

Na základe poverenia od prof. RNDr. Petra Fedora, DrSc., dekana Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave, predkladám oponentský posudok na habilitačnú prácu RNDr. Milana Sýkoru, PhD., MBA z Laboratória pokročilých materiálov Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave, v odbore habilitačného konania „Fyzikálna chémia“.

V predloženej habilitačnej práci Dr. Sýkora prezentuje a sumarizuje výsledky svojho rozsiahleho, ale tematicky jasne vymedzeného, približne dvadsaťročného výskumu v oblasti koloidných kvantovo obmedzených anorganických nanokryštálov (NK), ktorý dosiahol počas svojho súčasného pôsobenia v Laboratóriu pokročilých materiálov Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave, ale aj počas práce v Los Alamos National Laboratory, Chemistry Division, Nové Mexiko, USA. Význam tohto výskumu, jeho aktuálnosť, ale aj jeho priamy dopad na vývoj svetového poznania v oblasti obmedzených anorganických nanokryštálov sú nepopierateľné a možno ho dokumentovať aj tým, že v tejto oblasti bola udelená Nobelova cena za chémiu. Nobelova cena bola udelená v roku 2023, avšak prvé z prác uchádzača venované NK, ktoré priložil k habilitačnému spisu, sú datované do roku 2006, t.j. významne skôr, ako bol výskum QD ocenený Nobelovou cenou. Je tak zrejmé, že uchádzač dlhodobo pracoval v tejto perspektívnej problematike.

Habilitačná práca pozostáva z 27-stranového sprievodného textu, doplneného o 25 príloh, z ktorých 24 je vedeckých článkov, a poslednú, samostatnú prílohu tvorí vysokoškolská učebnica. Sprievodný, 27-stranový komentár je rozčlenený (okrem obligátnych častí, ako sú Abstrakt, Úvod...) do šiestich tematických okruhov, ktoré stručne komentujú autorov prínos v oblasti *i.)* Syntézy NK, *ii.)* Excitovaných stavov v NK, *iii.)* Elektrických nábojov v NK, *iv.)* Chemickej a fotochemickej stability NK, *v.)* Povrchovej úpravy NK pre využitie vo fotokatalýze a *vi.)* Aplikáciám NK pre využitie v optoelektronike.

Dr. Sýkora v rámci habilitačnej práce priložil kópie 24 pôvodných vedeckých prác, prezentujúcich výsledky vysoko aktuálneho a kvalitného výskumu. O vysokej kvalite prác svedčí aj fakt, že prevažná väčšina z nich bola publikovaná v časopisoch patriacich do kvartilu Q1 a indexovaných v Nature Index. Sú to napr. časopisy *Inorganic Chemistry*, *Phys. Chem. B*, *ACS Nano*, ktoré patria k špičke v rámci odboru Anorganická chémia, Fyzikálna chémia, Nano a materiálová chémia, ale aj špičkové a renomované časopisy všeobecnejšieho zamerania ako sú napr. *J. Am Chem. Soc.*, *Nature*, *Nature Comm.* Je prirodzené, že práce v takto vynikajúcich časopisoch sú multiautorské a obsahujú množstvo rôznych unikátnych fyzikálno-chemických metód. Podľa informácií v „Author Contributions“ (len pre publikácie, kde bol tento údaj zverejnený) bol podiel Dr. Sýkoru na publikáciách významný a prispel k nim rôznymi experimentami, od syntézy a modifikácie kvantových bodiek, po TA analýzu alebo analýzu dát z optickej spektroskopie. Po etablovaní na súčasnóm pracovisku sa Dr. Sýkora už ako vedúci Laboratória pokročilých materiálov podieľal aj na manažovaní publikácií, konceptualizácii, získaní finančných prostriedkov, správe projektov, analýze údajov, vizualizácii a písaní a editácii rukopisu. Samozrejme, tieto údaje o autorskom príspevku sa uvádzajú hlavne v novších publikáciách, v starších to nebolo štandardom. Preto sa mi páči a oceňujem, že v jednotlivých kapitolách habilitačného spisu Dr. Sýkora jasne definuje svoj autorský podiel. Aj keď väčšina predložených prác vznikla počas pôsobenia Dr. Sýkoru v USA, je chvályhodné, že aj po etablovaní na súčasnóm pracovisku dbá a udržiava špičkovú úroveň výskumu. Svedčia o tom aj práce z posledných rokov, spomeniem napr. publikáciu v *Inorg. Chem.* z roku 2024, ktorá má už 21 citácií. Scientomerické údaje Dr. Sýkoru sú na vynikajúcej úrovni, v databázach WOS/SCOPUS uchádzač eviduje 86 publikácií, na svoje práce získal viac ako 5300 citácií, jeho h-index je 36. Pokiaľ ide o projektovú a prednáškovú činnosť Dr. Sýkoru, k týmto skutočnostiam neviem zaujať stanovisko, nakoľko tieto neboli súčasťou podkladov, ktoré som dostal k hodnoteniu.

Pri žiadosti o vedecko-pedagogickú hodnosť „Docent“ sa okrem vedeckej zdatnosti uchádzača posudzuje aj jeho pedagogická aktivita, a teda by som sa mal vyjadriť aj k tejto stránke. V podkladoch k habilitačnému spisu sa ako samostatná príloha 25 (nepriložená k podkladom, ktoré som dostal k posúdeniu) uvádza vysokoškolská učebnica „Introduction to Inorganic Nanocrystals. Solution preparation method“. Učebný text je jednou z nutných podmienok v rámci plnenia kritérií na získanie pedagogického titulu „Docent“, preto považujem túto podmienku za splnenú. Ďalšie plnenie kritérií v pedagogickej oblasti neviem posúdiť (študenti, záverečné práce, výučba...), nakoľko mi podklady neboli doručené, avšak predpokladám, že príslušné orgány a oddelenia na Prírodovedeckej fakulte UK kontrolovali a akceptovali plnenie týchto kritérií pred samotným spustením habilitačného konania, a teda určite dosahujú prahové hodnoty nutné pre získanie vedecko-pedagogického titulu „Docent“.

Prezentácia habilitačnej práce je prehľadná, dobre napísaná a usporiadaná. K predloženej práci a jej vecnému obsahu nemám zásadné pripomienky. Ako som spomínal, publikácie priložené ako prílohy k habilitačnej práci patria k špičke v odbore, jedná sa o publikácie v kvartile Q1 a časopisoch registrovaných v Nature Index. Teda k práci mám len

niekoľko otázok všeobecnejšieho charakteru a prosím uchádzača, aby sa k nim vyjadril pri obhajobe habilitačnej práce.

1. Pre NK sa uvádza, že sú schopné teoreticky emitovať viacej elektrónov (napr. tri) na jeden fotón dopadajúceho žiarenia. Aké hodnoty sú experimentálne pozorované v súčasnosti u najmodernejších materiálov?
2. V práci uvádzate, že došlo ku komercializácii elektroluminiscenčných QD-LED kombinujúcich CdSe NK s konjugovanými polymérmi. Predsa, častice CdSe majú nevýhodu, nakoľko sú toxické. Existuje v praxi nejaký posun v náhrade CdSe ekologickejšími alternatívami?
3. Perspektívne sa NK spomínajú aj v súvislosti s kvantovými počítačmi, kde by mali slúžiť ako Qubity. Aký je posun výskumu v tejto oblasti?

Záver

Habilitačná práca RNDr. Milana Sýkoru, PhD., MBA, dokladuje komplexnú vedeckú osobnosť uchádzača. Jeho vedecká práca priniesla výrazný príspevok k poznaniu vlastností a aplikácií NK. Scientometrické údaje a podrobná analýza výsledkov uvedených v publikáciách priložených ako príloha pre habilitačné konanie ma vedú k jednoznačnému potvrdeniu kvalitnej vedeckej práce autora, jeho erudícii a jasne identifikovateľnému vedeckému prínosu jeho práce. Na základe uvedených skutočností odporúčam habilitačnú prácu prijať k obhajobe a po jej úspešnom obhájení vymenovať RNDr. Milana Sýkoru, PhD., MBA za docenta (v skratke Doc.) v odbore habilitačného konania „Fyzikálna chémia“.

prof. RNDr. Vladimír Zeleňák, DrSc.
oponent habilitačnej práce