

# Luminiscenční solární koncentrátor založený na bezolovnatých perovskitových nanokrystalech, aneb krok vstříc energeticky soběstačným budovám

**Jméno:** Lukáš

**Příjmení:** Zdražil

**Heslo:**

**E-mail:** [lukas.zdrazil@upol.cz](mailto:lukas.zdrazil@upol.cz)

**Datum narození:** 26.4.1994

**Trvalé bydliště:** Klicperova 8, Olomouc

**Fakulta:** PřF

**Studijní program:** Doktorský

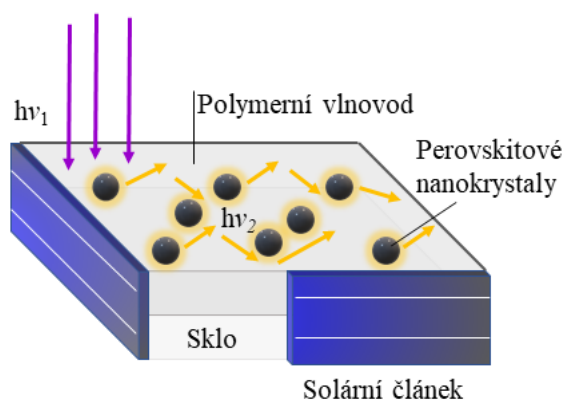
**Obor:** Fyzikální chemie

**Ročník:** Druhý

**Rok zahájení studia:** 2018/2019

## Tímto žádám o poskytnutí nadačního příspěvku za účelem:

Vědeckého výzkumu pro aplikace bezolovnatých, perovskitových nanokrystalů v oblasti solární energetiky nové generace. Konkrétně se bude jednat o přípravu luminiscenčního solárního koncentrátoru. Luminiscenční solární koncentrátoři (LSC) založené na emisních nanomateriálech jsou poměrně nové optoelektronické zařízení sloužící ke sběru fotonů slunečního záření a k jejich zkoncentrování na okrajích systému, kde jsou solárním článkem převedeny na elektrickou energii (obr. 1). Zejména díky jejich transparentní povaze a rapidně zvyšující se účinnosti, jsou LSC velkou nadějí při tvorbě udržitelné a obnovitelné sítě fotovoltaických elektráren zabudovaných do prosklených ploch městských budov.



Obr. 1: Schéma znázorňující princip fungování luminiscenčního solárního koncentrátoru.

### **Originalita, původnost:**

V minulosti bylo publikováno několik vědeckých prací zabývajících se konstrukcí LSC na bázi klasických polovodičových kvantových teček [1], uhlíkových teček [2] a perovskitových nanokrystalů [3], které vykazují vysokou účinnost. Právě perovskitové nanokrystaly, zejména díky skvělým optickým vlastnostem, přitáhly v poslední době signifikantní zájem vědecké komunity. Jejich nevýhodou je ovšem častá přítomnost olova a nízká stabilita. Naopak bismutem dopované  $\text{Cs}_2\text{Ag}_{1-x}\text{Na}_x\text{InCl}_6$  nanokrystaly tvoří novou třídu bezolovnatých a stabilních perovskitů. Tyto materiály vykazují emisi bílého světla způsobenou rekombinací „self-trapped“ excitonů (STE). Využití tohoto jevu v  $\text{Cs}_2\text{Ag}_{1-x}\text{Na}_x\text{InCl}_6$  nanokrystalech za účelem sestrojení LSC ještě nebylo doposud publikováno. Návrhy na implementaci výše uvedených materiálů disponujících STE emisí k tvorbě LSC uvedené v literatuře tak dokazují aktualitu popisovaného tématu [4]. Věřím, že jsem v rámci projektu schopen zúročit své dosavadní zkušenosti s výzkumem LSC [5] a bezolovnatých perovskitů a vytvořit tak vysoce transparentní zařízení schopné konkurovat současnému „state-of-the-art“.

### **Oborový přínos (společenská, environmentální přínosnost):**

Lidská populace dnes využívá energetický výkon o hodnotě 15 TW a odhadovaná spotřeba v roce 2050 dosahuje 30 TW. Vytvoření energetické sítě založené na obnovitelných zdrojích, která je schopná pokrýt energetické výdaje lidstva a zároveň snížit hodnoty emisí oxidu uhličitého, se jeví jako jedna z globálních výzev nového milénia. Sluneční záření dopadající na povrch Země nám poskytuje výkon 120 000 TW, což je 4000x víc než odhadovaná hodnota potřebná v roce 2050. Při využití v současnosti nejběžnějších solárních panelů s účinností 22 %, by stačilo pokrýt 1 % celkové půdy k dosažení požadovaného limitu. Vyčlenění takové plochy má ovšem své environmentální a strategická negativa. Přeměna doposud energeticky pasivních, prosklených ploch městských budov na energeticky soběstačné jednotky, by zvýšila procentuální zastoupení „čisté“ solární energetiky a zároveň by eliminovala razantní zásahy do krajiny. Nahrazení klasických skel transparentními LSC napojené na solární články zabudované v okenních rámech by představovalo krok vpřed k realizaci konceptu ekologicky šetrné energetické sítě 21. století.

### **Mezinárodní přesah:**

Náplň projektu je spojena s mezinárodní stáží, která je jedna z hlavních podmínek absolvování doktorského studia. Během doby trvání projektu by měla proběhnout několika měsíční stáž ve skupině profesora Christopha J. Brabce na Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) v Německu. Prof. Brabec patří mezi světově uznávané odborníky v oblasti solárních článků a obnovitelných energetických systémů. Věřím, že by projekt mohl vyústit v dlouholetou společnou spolupráci, která by mohla v budoucnu otevřít příležitosti dalším studentům Univerzity Palackého v Olomouci.

### **Výstup a jeho prezentace:**

Výsledky projektu budou publikovány v některém ze zahraničních impaktovaných vědeckých časopisů se zaměřením na energetiku, nanotechnologie a/nebo materiálovou chemii (*Advanced Energy Materials, Nano Energy, Journal of Material Chemistry A, Nanoscale*). Autor se zavazuje předložením hotové práce nebo alespoň rozpracovaného manuskriptu na konci doby trvání projektu. Získané vědecké výsledky budou dále shrnuty v powerpointové prezentaci a odprezentovány radě Nadačního fondu Univerzity Palackého. V neposlední řadě studované téma zapadá do tématu doktorského studia a budou zahrnuty do závěrečné disertační práce.

### **Reference:**

1. H. Li, K. Wu, J. Lim, H.-J. Song, V. I. Klimov, *Nat. Energy*, **2016**, 1, 16157
2. Y. Zhou, D. Benetti, X. Tong et al. *Nano Energy*, **2018**, 44, 378.
3. M. Wei, F. P. G. de Arquer, G. Walters et al. *Nat. Energy*, **2019**, 4, 197.
4. S. Li, J. Luo, J. Liu, J. Tang, *J. Phys. Chem. Letters*, **2019**, 10, 1999
5. L. Zdražil, S. Kalytchuk, K. Hola, M. Petr, O. Zmeškal et al. *Nanoscale*, **2020**, 12, 6664.

## Rozpočet projektu:

Tabulka 1: Rozpočet předkládaného projektu.

| Cestovní náklady                                          |                                                      |                      |       |                   |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| #                                                         | Položka                                              | Cena za položku (Kč) | Počet | Celková cena (Kč) |
| 1                                                         | Vlaková doprava Olomouc – Erlangen                   | 4 000                | 2     | 8 000             |
| 2                                                         | Vlaková doprava Olomouc – Brno                       | 100                  | 20    | 2 000             |
| 3                                                         | Městská hromadná doprava (Erlangen)                  | 1 400                | 1     | 1 400             |
| 4                                                         | Rezerva na neočekávané cesty                         | 5 000                | 1     | 5 000             |
| Suma                                                      |                                                      |                      |       | 16 400 Kč         |
| Náklady na stravu                                         |                                                      |                      |       |                   |
| #                                                         | Položka                                              | Cena za položku (Kč) | Počet | Celková cena (Kč) |
| 1                                                         | Stravné – Erlangen                                   | 500                  | 90    | 45 000            |
| 2                                                         | Stravné – Brno                                       | 200                  | 20    | 4 000             |
| Suma                                                      |                                                      |                      |       | 49 000 Kč         |
| Náklady na ubytování                                      |                                                      |                      |       |                   |
| #                                                         | Položka                                              | Cena za položku (Kč) | Počet | Celková cena (Kč) |
| 1                                                         | Ubytování – Erlangen (nájem)                         | 9 550                | 3     | 28 650            |
| 2                                                         | Ubytování – Erlangen (kauce)                         | 11 400               | 1     | 11 400            |
| 3                                                         | Pojištění ubytování                                  | 2 500                | 1     | 2 500             |
| 4                                                         | Rezerva na neočekávané výdaje (spojené s ubytováním) | 5 000                | 1     | 5 000             |
| Suma                                                      |                                                      |                      |       | 47 550 Kč         |
| Nákup potřebných pomůcek a vybavení pro realizaci výzkumu |                                                      |                      |       |                   |
| #                                                         | Položka                                              | Cena za položku (Kč) | Počet | Celková cena (Kč) |
| 1                                                         | Octadecene                                           | 3 420                | 1     | 3 420             |
| 2                                                         | Cesium carbonate                                     | 6 590                | 1     | 6 590             |
| 3                                                         | Indium (III) acetate                                 | 9 310                | 1     | 9 310             |
| 4                                                         | Bismuth neodecanoate                                 | 1 490                | 1     | 1 490             |
| 5                                                         | Oloaic acid                                          | 3 500                | 1     | 3 500             |
| 6                                                         | Benzoyl chloride                                     | 3 630                | 1     | 3 630             |
| 7                                                         | Methyl acetate                                       | 4 370                | 1     | 4 370             |
| 8                                                         | Poly(methyl methacrylate)                            | 1 850                | 1     | 1 850             |
| 9                                                         | Rezerva na potřebné chemikálie                       | 10 000               | 1     | 10 000            |
| Suma                                                      |                                                      |                      |       | 44 160 Kč         |
| Celková suma                                              |                                                      |                      |       | 157 110 Kč        |

**Poznámka:** V rozpočtu jsou uvedeny hmotné rezervy na neočekávané výdaje spojené s řešením projektu. V případě nevyčerpání, budou peníze navraceny Nadačnímu fondu Univerzity Palackého v Olomouci.

### **Vyjádření odborníka:**

Autor v příkládané žádosti popisuje využití perovskitových nanokrystalů v oblasti solární energetiky, konkrétně k přípravě luminiscenčního solárního koncentrátoru. Využití levných, a především ekologicky přívětivých materiálů v aplikacích vedoucích k tvorbě udržitelné a obnovitelné energie, patří k jedné z velkých výzev vědy 21. století. Luminiscenční solární koncentrátory představují elegantní řešení problému transformace krajiny, mnohdy s velkým zemědělským potenciálem, za účelem vybudování rozsáhlých fotovoltaiických elektráren. Relokace „solárních farem“ z krajiny do center velkoměst by mohlo vést k efektivnějšímu využití úrodné půdy a zároveň k vytvoření sítě energeticky soběstačných městských budov. Z výše uvedených důvodů, považuji výzkumný záměr projektu za velmi aktuální a společensky přínosný.

Jako další silnou stránku projektu vidím zahraniční spolupráci s Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) v Německu, konkrétně s prof. Brabcem, která by mohla být za pomoci tohoto projektu efektivně rozšířena.

Na závěr bych chtěl konstatovat, že autor již v minulosti publikoval vědeckou práci zaměřenou na luminiscenční solární koncentrátory v mezinárodním žurnálu *Nanoscale* a prokázal tak jistou míru expertízy v daném oboru. Věřím, že předkládaný projekt disponuje vysokým potenciálem vzniku publikace v obdobném či ještě více prestižním žurnálu.

prof. Radek Zbořil, Ph.D.

### **Potvrzení o zdravotním/sociálním znevýhodnění:**

Deklaruji, že nedisponuji žádným potvrzením o zdravotním/sociálním znevýhodnění.

### **Prohlášení o jiných zdrojích financování:**

Prohlašuji, že jsem pravidelně financován z IGA projektu (částka: 1 000 Kč/měsíc).