

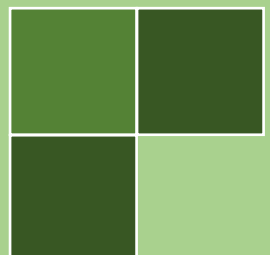


# Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Zborník abstraktov  
Študentskej vedeckej konferencie  
PF UPJŠ v Košiciach



2023



**UNIVERZITA PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA V KOŠICIACH**  
**Prírodovedecká fakulta**



**Študentská vedecká konferencia**  
**PF UPJŠ 2023**

**Marián Kireš (ed.)**

**Košice 2023**

## Študentská vedecká konferencia PF UPJŠ 2023

Zborník abstraktov zo Študentskej vedeckej konferencie PF UPJŠ v Košiciach,  
ktorá sa konala 19. apríla 2023

**Zostavovateľ:** doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.  
*Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach*

**Príprava podkladov:** Mgr. Denisa Štefaníková

**Obálka:** Ján Slašťan, DiS.

Tento text je publikovaný pod licenciou **CC BY NC ND** Creative Commons Attribution-NonCommercial-No-derivates 4.0 („Uveďte pôvod – Nepoužívajte komerčne - Nespracováajte“)



Za odbornú a jazykovú stránku tejto publikácie zodpovedajú autori abstraktov. Rukopis neprešiel redakčnou ani jazykovou úpravou.

Dostupné od: 01.06.2023

Umiestnenie: [www.unibook.upjs.sk](http://www.unibook.upjs.sk)

ISBN 978-80-574-0203-9 (e-publikácia)

## Príhovor

Prírodovedecké dni, ktorých súčasťou je aj študentská vedecká konferencia (ŠVK), sú podujatím, ktorým sa hlásime k tradíciám prírodovedného vzdelávania, prezentácie vedy, komunikácie a výmeny názorom, odovzdávania skúseností. V roku 2023 sa uskutočnil ich 58. ročník v rámci 60 ročnej histórie našej fakulty.

Dlhodobo podporujeme zapájanie našich študentov do študentskej vedeckej odbornej činnosti (ŠVOČ) predovšetkým ich zapájaním do práce v laboratóriách, na projektoch ale aj formou študentských vedeckých pomocných síl či získaním kreditov za predmet ŠVK. Pre mnohých z nich ide o nadviazanie na stredoškolskú odbornú činnosť (SOČ), Festival vedy a techniky AMAVET alebo inú odbornú súťaž.

ŠVK je pomyselným zavŕšením dlhodobej a intenzívnej práce na vybranej téme, spolupráce s vedúcim, či širším tímom na pracovisku. V praxi je však často práve začiatkom vedeckého bádania, upriamena sa na vybranú tému, odbor, či úzkej spolupráce s budúcim vedúcim bakalárskej, diplomovej alebo dizertačnej práce. ŠVK je preto plným právom pýchou našej fakulty.

Študenti v rámci ŠVOČ získajú cenné skúsenosti so spracovaním vybranej témy, jej prezentáciou pred odbornou komisiou, ako aj spolužiakmi, zlepšia si svoje prezentačné a argumentačné zručnosti, získajú cenné podnety na vylepšenia a rozšírenia svojho výskumu. Najúspešnejší študenti majú možnosť reprezentovať fakultu na národných alebo medzinárodných kolách ŠVK.

Veľká vďaka patrí všetkým zapojeným študentom, ich konzultantom, učiteľom, vedúcim študentských pomocných vedeckých síl (ŠPVS) ako aj technickým pracovníkom na ústavoch a študijnému oddeleniu, ktorí napomohli úspešnému priebehu ŠVK.

V tomto roku sa Študentská vedecká konferencia konala dňa 19. apríla 2023 v 14 sekciách, programátorskej súťaži a súťaži IHRA. Študenti bakalárskeho a magisterského štúdia prezentovali 101 príspevkov. Na ŠVK nesúťažne vystúpilo aj 8 stredoškolákov, ktorí prezentovali svoje práce SOČ, do programátorskej súťaže sa zapojilo 14 študentov, do súťaže IHRA 3 študenti.

Abstrakty príspevkov Študentskej vedeckej konferencie presvedčivo dokumentujú, že študenti našej fakulty nielen nasávajú teoretické poznatky, ktoré im predostierajú učitelia na prednáškach, ale sa aj aktívne zapájajú do riešenia čiastkových vedeckých problémov, ktoré sú súčasťou výskumných zámerov na ústavoch PF UPJŠ.

Zborník abstraktov a súvisiacich dokumentov veríme, že je nielen archívom ale aj dôstojnou prezentáciou vedeckých aktivít na našej fakulte pre širšiu verejnosť.

doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.  
prodekan pre vzdelávanie

doc. RNDr. Roman Soták, PhD.  
dekan fakulty

Príhovor	1
Obsah	2
Štatút	3
Vyhlásenie	4
Harmonogram ŠVK a organizačné pokyny	5
Vyhlásenie sekcií a menovanie odborných porôt	6
MIKROBIOLÓGIA, BIOLÓGIA RASTLÍN A ŽIVOČÍCHOV	10
BIOLÓGIA ČLOVEKA A BUNKOVÁ BIOLÓGIA	22
ANALYTICKÁ CHÉMIA	28
ANORGANICKÁ CHÉMIA	39
ORGANICKÁ CHÉMIA	50
BIOCHÉMIA	58
FYZIKÁLNA CHÉMIA	65
FYZIKA I (FYZIKA KONDENZOVANÝCH LÁTOK, TEORETICKÁ FYZIKA)	74
FYZIKA II (BIOFYZIKA A JADROVÁ FYZIKA)	81
MATEMATIKA	85
ANALÝZA DÁT, UMELÁ INTELIGENCIA A INFORMATIKA	92
APLIKOVANÁ INFORMATIKA	101
GEOGRAFIA a GEOINFORMATIKA	110
DIDAKTIKA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY	122
PROGRAMÁTORSKÁ SÚŤAŽ	129
IHRA	130
Výsledky	131



## ŠTATÚT študentskej vedeckej konferencie

Prírodovedeckej fakulty UPJŠ v Košiciach



1. Ústavy PF UPJŠ oznámia najneskôr mesiac pred termínom konania Študentskej vedeckej konferencie (ŠVK) prodekanovi pre vzdelávanie (ďalej len prodekan) **názvy sekcií ŠVK** v danom odbore a navrhnú **zloženie 5-členných odborných porôt** vrátane ich predsedov a organizátorov pre každú sekciu. Odborné poroty, ich predsedov a organizátorov sekcií menuje dekan fakulty.
2. ŠVK ako fakultné kolo súťaže o najlepšiu študentskú vedeckú a odbornú prácu vypracovanú v rámci ŠVOČ **vyhlasuje dekan** fakulty najneskôr 3 týždne pred jej konaním. ŠVK sa koná v jednom dni vo všetkých odborných sekciách spravidla ako súčasť Prírodovedeckých dní.
3. Prácu na ŠVK môže prihlásiť **študent** alebo **študentský riešiteľský kolektív** zo všetkých ročníkov **bakalárskeho a magisterského štúdia** PF UPJŠ. Na ŠVK možno prihlásiť aj prácu, ktorá je ucelenou časťou bakalárskej alebo diplomovej práce alebo prácou v rámci **študentských pomocných síl**. Jednu súťažnú prácu možno prihlásiť iba do jednej odbornej sekcie.
4. K vyhodnoteniu poradia spojenému s ocenením súťažiacich na prvých troch miestach musí byť v sekcii prihlásených **aspoň 5 súťažných prác**. V sekciách sa môžu **nesúťažne** zúčastniť aj **žiaci stredných škôl** so svojimi prácami stredoškolskej odbornej činnosti.
5. Za organizačnú prípravu ŠVK v jednotlivých sekciách na ústave zodpovedá **zástupca riaditeľa ústavu** pre vedecko-výskumnú činnosť alebo zástupca riaditeľa ústavu pre vzdelávanie a organizátori sekcií (ďalej len organizátori), ktorých činnosť koordinuje prodekan.
6. Všetci súťažiaci, ktorí chcú prezentovať svoju prácu na fakultnom kole ŠVK, sú **povinní**: zaregistrovať svoju prácu, odovzdať elektronickú verziu abstraktu práce a odovzdať elektronickú verziu práce prostredníctvom portálu: [lms.upjs.sk](https://lms.upjs.sk), do termínov určených v harmonograme ŠVK. Odovzdané súťažné práce sú archivované v [lms.upjs.sk](https://lms.upjs.sk).
7. Zaregistrované abstrakty budú publikované v elektronickom **zborníku abstraktov** na webovej stránke fakulty.
8. Prezentácia prác prebieha **prezenčne**. Ak sa súťažiaci zo závažných dôvodov nemôže zúčastniť ŠVK prezenčne, môže najneskôr deň pred konaním ŠVK požiadať predsedu príslušnej komisie o online účasť.
9. Poverení organizátori v spolupráci s prodekanom pripravujú a následne zverejnia **harmonogram ŠVK** na webovej stránke fakulty.
10. Súťažné vystúpenie na ŠVK trvá maximálne **15 min.** a diskusia k prednesenému príspevku trvá spravidla **5 – 10 min.** Priebeh ŠVK v jednotlivých sekciách riadia predsedovia odborných porôt.
11. Po ukončení prezentácie súťažných prác, odborná porota na svojom neverejnom zasadnutí vyhodnotí ich kvalitu, posúdi úroveň prezentácie súťažiacich a odporučí práce, ktoré sú vhodné na prezentáciu v celoštátnom alebo medzinárodnom kole ŠVK v danom odbore. Komisia hlasovaním rozhodne o **poradí účastníkov súťaže** a pripraví návrh dekanovi na ocenenie súťažiacich umiestnených na 1. až 3. mieste. V prípade rovnosti hlasovania alebo nejednoznačnosti v určení poradia, rozhodne o konečnom poradí predseda poroty. Na **1. alebo 2. mieste** môže byť umiestnená **iba jedna súťažná práca**. Na **3. mieste** môžu byť umiestnené aj **dve súťažné práce**, ak je počet všetkých prezentovaných prác v odbornej sekcii **aspoň 10**. V prípade 4, resp. 3 súťažiacich v sekcii, porota vyhodnocuje umiestnenie na 1. a 2. mieste, resp. iba na 1. mieste.
12. Vyhodnotenie priebehu, poradia súťažiacich, návrh na udelenie kreditov, návrh na postup do vyššieho kola, odporúčania študentov a členom poroty sú súčasťou **zápisnice**. Predseda poroty so súhlasom členov komisie v danej sekcii, vyhotoví zápisnicu, ktorej obsah je určený fakultou predpísaným formulárom. Zápisnicu zašle predseda poroty bezodkladne po vyhodnotení prác určenej referentke na študijné oddelenie elektronicky.
13. **Vyhlasenie výsledkov** bude oznámené pri odovzdávaní ocenení a zverejnené na webovej stránke fakulty. Odovzdanie cien a diplomov súťažiacim zabezpečí študijné oddelenie.
14. Účasť na celoštátnom alebo medzinárodnom kole ŠVK organizačne zabezpečujú ústavy v spolupráci s prodekanom fakulty. Náklady na účasť študentov sú hradené z prostriedkov dekanátu.

## ŠTUDENTSKÁ VEDECKÁ KONFERENCIA 2023

### na Prírodovedeckej fakulte UPJŠ v Košiciach

V zmysle aktualizovaného Štatútu študentskej vedeckej konferencie Prírodovedeckej fakulty UPJŠ pre rok 2023

#### **v y h l a s u j e m**

fakultné kolo súťaže o najlepšiu študentskú vedeckú a odbornú prácu v akademickom roku 2022/2023 v sekciách:

MIKROBIOLÓGIA, BIOLÓGIA RASTLÍN A ŽIVOČÍCHOV

BIOLÓGIA ČLOVEKA A BUNKOVÁ BIOLÓGIA

FYZIKA I (Fyzika kondenzovaných látok a teoretická fyzika)

FYZIKA II (Biofyzika a jadrová fyzika)

ANALYTICKÁ CHÉMIA

ANORGANICKÁ CHÉMIA

ORGANICKÁ CHÉMIA

BIOCHÉMIA

FYZIKÁLNA CHÉMIA

MATEMATIKA

DIDAKTIKA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

GEOGRAFIA A GEOINFORMATIKA

APLIKOVANÁ INFORMATIKA

ANALÝZA DÁT, UMELÁ INTELIGENCIA A INFORMATIKA

PROGRAMÁTORSKÁ SÚŤAŽ

IHRA

Fakultné kolo sa uskutoční formou **študentskej vedeckej konferencie** (ŠVK 2023) v rámci Prírodovedeckých dní v stredu, **19. apríla 2023**. Miestom realizácie je areál Jesenná 5 a Park Angelinum 9, ako aj areál Moyzesova 9 a Šrobárova 2. Vyhlásenie výsledkov sa uskutoční v aule prof. Prasličku, RBA05, areál Šrobárova 2. Každá súťažná práca bude ocenená poukážkou v hodnote 10€. Najlepšie práce získajú navyše mimoriadne štipendium vo výške 50€, 40€, 30€.

## Harmonogram ŠVK a organizačné pokyny

**22. 03. 2023**

### Vyhlásenie Študentskej vedeckej konferencie 2023

**do 12. 04. 2023, 12:04**

- elektronická registrácia účastníka ŠVK cez <https://lms.upjs.sk>, kurz SVK2023
- odovzdanie abstraktu pripravovaného príspevku do príslušnej sekcie ŠVK

**do 16.04.2023, 23:59**

- odovzdanie súťažných prác v elektronickej verzii (pdf súbor, podľa šablóny) do príslušnej sekcie ŠVK

**19.04.2023**

- 08:00 otvorenie ŠVK v posluchárni SA1A1, Park Angelinum 9  
otvorenie ŠVK v aule prof. Prasličku, RBA05, Šrobárova 2
- 08:30 – 13:00 prezentácia súťažných prác v jednotlivých sekciách
- 17:00 vyhlásenie výsledkov a odovzdanie cien, aula prof. Prasličku, RBA05
- 17:30 ŠTRK – študentská recesistická konferencia, aula prof. Prasličku, RBA05

#### Pokyny k registrácii

- každý súťažiaci je povinný sa registrovať prostredníctvom elektronického systému <https://lms.upjs.sk/course/index.php?categoryid=117>
- prihlasovacie údaje pre vstup do systému sú zhodné s údajmi do AiS2,
- prihlasovacie kľúče k formuláru na prihlásenie príspevku sú zvlášť uvedené (v lms.upjs.sk, SVK2023) pre každú sekciu, do ktorej chcete príspevok prihlásiť,
- ak chcete prihlásiť príspevok do inej sekcie ako ste už pridali (oprava sekcie), alebo chcete súťažiť s prácami vo viacerých sekciách, informujte sa o postupe na [lms@upjs.sk](mailto:lms@upjs.sk),
- ak máte problém s prihlásením sa do systému LMS, prekontrolujte si funkčnosť prihlásenia sa do [AiS2](#), riešenie problému s prihlásením do AiS2 komunikujte, študenti: [eva.markova1@upjs.sk](mailto:eva.markova1@upjs.sk), zamestnanci a doktorandi: [katarina.novakova@upjs.sk](mailto:katarina.novakova@upjs.sk).

#### Pokyny k príprave a odoslaniu abstraktu

- Súčasťou ŠVK 2023 je vydanie elektronického zborníka abstraktov príspevkov, ktoré budú obhajované v rámci jednotlivých sekcií. Elektronický zborník bude zverejnený na web stránke fakulty. Každý účastník ŠVK je povinný odoslať abstrakt príspevku pripravený podľa vzorovej šablóny vo formáte DOCX, DOC, DOTX, ODT. V prípade nedodržania formátu nezaručujeme zverejnenie abstraktu v zborníku.
- Elektronickú verziu abstraktu je nutné odovzdať prostredníctvom formuláru na stránke <https://lms.upjs.sk/course/index.php?categoryid=117> v príslušnej sekcii. (Príspevky odovzdané iným spôsobom príp. po termíne nebudú akceptované.)

#### Pokyny k príprave a odovzdaniu prác

- Na ŠVK možno prihlásiť aj prácu, ktorá je ucelenou časťou záverečnej práce.
- Odporúčaný rozsah prác ŠVK je spravidla 15-20 strán. V závislosti od charakteru práce, vedného odboru práce môžu mať rozsah aj mimo uvedeného intervalu.
- Na prípravu práce ŠVK sa odporúča primerane použiť šablóny WORD alebo LaTeX vypracované pre záverečné práce (napr.: <https://www.upjs.sk/prirodovedecka-fakulta/studium/bakalarske-a-magisterske/>, <https://github.com/novotnyr/rnthesis>)
- Práce k ŠVK je potrebné vypracovať v elektronickej podobe a odovzdať vo formáte PDF do termínu uvedenom v harmonograme ŠVK 2023 prostredníctvom formuláru na stránke <https://lms.upjs.sk/course/index.php?categoryid=117> v príslušnej sekcii. Príspevky odovzdané iným spôsobom príp. po termíne nebudú akceptované.

Všetkým súťažiacim ako aj členom komisií želám úspešný priebeh ŠVK.

Košice 22.03.2023

doc. RNDr. Roman Soták, PhD.  
dekan fakulty



V súvislosti s konaním Študentskej vedeckej konferencie 2023 na PF UPJŠ v Košiciach vyhlasujem sekcie a menujem predsedov, členov a organizátorov odborných porôt jednotlivých sekcií ŠVK 2023.

### MIKROBIOLOGIA, BIOLÓGIA RASTLÍN A ŽIVOČÍCHOV

porota

**RNDr. Mariana Kolesárová, PhD.** - predseda

doc. RNDr. Andrej Mock, PhD.

RNDr. Peter Ľuptáčík, PhD.

RNDr. Linda Petijová, PhD.

Mgr. Vladislav Kolarčík, PhD.

organizátor: doc. RNDr. Peter Paľove-Balang, PhD.

### BIOLÓGIA ČLOVEKA A BUNKOVÁ BIOLÓGIA

porota

**doc. RNDr. Monika Kassayová, CSc.** - predseda

doc. RNDr. Juraj Ševc, PhD.

RNDr. Vlasta Demečková, PhD.

RNDr. Terézia Kisková, PhD.

RNDr. Viktória Buľková

organizátor: doc. RNDr. Peter Paľove-Balang, PhD.

### ANALYTICKÁ CHÉMIA

porota

**doc. RNDr. Katarína Reiffová, PhD.** - predseda

doc. RNDr. Taťána Gondová, CSc.

doc. Ing. Viera Vojteková, PhD.

RNDr. Jana Šandrejová, PhD.

RNDr. Rastislav Serbin, PhD.

organizátor: Mgr. Sofia Hunčárová

### ANORGANICKÁ CHÉMIA

porota

**prof. RNDr. Vladimír Zeleňák, DrSc.** - predseda

doc. RNDr. Ivan Potočný, PhD.

doc. RNDr. Zuzana Vargová, Ph.D.

RNDr. Miroslava Matiková Maľarová, PhD.

Mgr. Nikolas Király, PhD.

organizátor: doc. RNDr. Juraj Kuchár, PhD.

## ORGANICKÁ CHÉMIA

porota

**doc. RNDr. Miroslava Martinková, PhD.** - predseda

doc. RNDr. Ladislav Janovec, PhD.

doc. RNDr. Mária Vilková, PhD.

RNDr. Slávka Hamuľáková, PhD.

RNDr. Jana Špaková Raschmanová, PhD.

RNDr. Monika Tvrdoňová, PhD.

organizátor: RNDr. Slávka Hamuľáková, PhD.

## BIOCHÉMIA

porota

**prof. RNDr. Mária Kožurková, CSc.** - predseda

doc. RNDr. Erik Sedlák, DrSc.

doc. RNDr. Viktor Víglaský, PhD.

RNDr. Danica Sabolová, PhD.

RNDr. Nataša Tomášková, PhD.

organizátor: prof. RNDr. Mária Kožurková, CSc.

## FYZIKÁLNA CHÉMIA

porota

**prof. RNDr. Renáta Oriňaková, DrSc.** - predseda

Dr. Tomáš Košický (Inobat Energy)

doc. RNDr. Andrea Straková Fedorková, PhD.

RNDr. Ivana Šišoláková, PhD.

RNDr. Natália Podrojková, PhD.

RNDr. Radka Gorejová, PhD.

organizátori: prof. RNDr. Renáta Oriňaková, DrSc.

## FYZIKA I (Fyzika kondenzovaných látok a teoretická fyzika)

porota

**Prof. RNDr. Martin Orendáč, DrSc.** – predseda

RNDr. Vladimír Tkáč, PhD.

RNDr. Samuel Dobák, PhD.

RNDr. Tomáš Lučivjanský, PhD.

doc. RNDr. Rudolf Gális, PhD.

organizátor: doc. RNDr. Marek Bombara, PhD.

## FYZIKA II (Biofyzika a jadrová fyzika)

porota

**doc. Mgr. Daniel Jancura, PhD.** - predseda

RNDr. Gabriela Fabriciová, PhD.

doc. RNDr. Jozef Uličný, CSc.

doc. Mgr. Gregor Bánó, PhD.

doc. RNDr. Adela Kravčáková, PhD.

organizátor: doc. RNDr. Marek Bombara, PhD.

## MATEMATIKA

porota

**prof. RNDr. Tomáš Madaras, PhD.** - predseda

prof. RNDr. Katarína Cechlárová, DrSc.

doc. RNDr. Roman Soták, PhD.

doc. RNDr. Miroslav Ploščica, CSc.

doc. RNDr. Ondrej Hutník, PhD.

organizátor: prof. RNDr. Tomáš Madaras, PhD.

## ANALÝZA DÁT, UMEĽÁ INTELIGENCIA A INFORMATIKA

porota

**doc. RNDr. Ondrej Krídlo, PhD.** - predseda

doc. Mgr. Jozef Kiseľák, PhD.

RNDr. JUDr. Pavol Sokol, PhD.

doc. RNDr. Martina Hančová, PhD.

RNDr. Richard Staňa

organizátor: RNDr. Juraj Šebej, PhD.

## APLIKOVANÁ INFORMATIKA

porota

prof. RNDr. Gabriel Semanišín, PhD. – predseda

doc. RNDr. Jozef Jirásek, PhD.

RNDr. Viliam Kačala, PhD.

RNDr. Peter Gurský, PhD.

RNDr. Miroslav Opiela, PhD.

Mgr. Maroš Dzuriš

organizátor: RNDr. Juraj Šebej, PhD.

## GEOGRAFIA A GEOINFORMATIKA

porota

**prof. Mgr. Jaroslav Hofierka, PhD.** - predseda

doc. Mgr. Ladislav Novotný, PhD.

RNDr. Alena Gessert, PhD.

Mgr. Imrich Sládek, PhD.

Mgr. Katarína Onačillová, PhD.

Mgr. Loránt Pregi, PhD.

organizátor: Mgr. Marián Kulla, PhD.

## DIDAKTIKA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

porota

**doc. RNDr. Ľubomír Šnajder, PhD.** - predseda

doc. RNDr. Stanislav Lukáč, PhD.

doc. RNDr. Jozef Hanč, PhD.

doc. RNDr. Ingrid Semanišinová, PhD.

doc. RNDr. Zuzana Ješková, PhD.

organizátor: doc. RNDr. Zuzana Ješková, PhD.

## PROGRAMÁTORSKÁ SÚŤAŽ

porota

**RNDr. Rastislav Krivoř-Belluř, PhD.** – predseda

RNDr. řimon Horvát

RNDr. Dominika Paliřínová

RNDr. Dávid Varga

RNDr. Zoltán Szoplák

Mgr. Viktor Pristař

Mgr. Eva Marková

organizátor: RNDr. Rastislav Krivoř-Belluř, PhD.

## IHRA

porota

**prof. RNDr. Stanislav Krajči, PhD.** - predseda

doc. RNDr. Ľubomír řnajder, PhD.

RNDr. Ľubomír Antoni, PhD.

PaedDr. Ján Guniř, PhD.

organizátor: RNDr. Ľubomír Antoni, PhD.

## MIKROBIOLOGIA, BIOLOGIA RASTLIN A ŽIVOČÍCHOV

<b>Súťažiaci</b>
<b>Katarína Brugošová, 3Bb</b> Genomika baktérií parodontu: mikrobiálne komplexy ved. učiteľ: prof. RNDr. Eva Čellárová, DrSc.
<b>Bc. Martina Gavurová, 2BFRm</b> Vplyv nedostatku dusíka na akumuláciu flavonoidov v lotus corniculatus ved. učiteľ: doc. RNDr. Peter Paľove-Balang PhD.
<b>Michal Hurka, 4BCHb</b> Adaptácie Collembola (Hexapoda) v prostredí urbánno-prírodného gradientu. ved. učiteľ: RNDr. Natália Raschmanová
<b>Bc. Viktória Košíková, 2ZFZm</b> Posúdenie vplyvu urbánneho prostredia na spoločenstvá chvostoskokov (collembola, hexapoda) ved. učiteľ: RNDr. Natália Raschmanová, PhD.
<b>Bc. Noemi Kožejová, 2ZFZm</b> Zimná aktivita netopierov v mestskej aglomerácii ved. učiteľ: doc. RNDr. Marcel Uhrin, PhD.
<b>Bc. Viktória Kriššáková, 2BCHmu</b> Štúdium anti-amyloidnej aktivity sekundárnych metabolitov lišajníkov ved. učiteľ: RNDr. Dajana Ručová, PhD.
<b>Bc. Tereza Labovská, 2BFRm</b> Rozšírenie vybraných zástupcov rodu Iris L. na Slovensku ved. učiteľ: RNDr. Matej Dudáš, PhD.
<b>Bc. Júlia Milanová, 2ZFZm</b> Integrative taxonomy of cave representatives of the genus Pygmarrhopalites (Hexapoda, Collembola) of Western Carpathians ved. učiteľ: prof. RNDr. Ľubomír Kováč, CSc.
<b>Bc. Nikola Varholiková, 2BCHmu</b> Štúdium bioaktívnych vlastností scytonemínu izolovaného z antarktických druhov cyanobaktérie Nostoc commune. ved. učiteľ: RNDr. Dajana Ručová, PhD.

---

**INTEGRATIVE TAXONOMY OF CAVE REPRESENTATIVES OF THE GENUS  
PYGMARRHOPALITES (HEXAPODA, COLLEMBOLA) OF WESTERN CARPATHIANS**

**Bc. Júlia Milanová**

*prof. RNDr. Ľubomír Kováč, CSc.*

*Katedra zoológie, Ústav biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ,  
Šrobárová 2, 041 54 Košice*

The species *Pygmarhopalites aggtelekiensis* (Stach, 1929) (Collembola) is a troglobiont inhabiting Western-Carpathian areas with a planar type of karst, mainly warmer caves of lower elevations (Kováč et al., 2014; 2016), and can be found on wet stalagmites, bat guano or the surface of water pools (Bretfeld, 1999). The representatives of the genus *Pygmarhopalites* of the Western Carpathians were reviewed and a complex analysis of their morphological traits was made, with the main focus on the morphological redescription of *P. aggtelekiensis*, basically using chaetotaxy of individual body parts. Moreover, the genetic structure of 57 individuals from 7 cave populations was studied, using DNA barcoding method. As a marker, the mitochondrial DNA COI gene was selected. Considerable genetic diversification of the studied species was confirmed by the high number of unique 15 haplotypes. Each population was represented by 2–4 haplotypes, with the exception of one, with only one haplotype. Based on haplotype networking, two shared haplotypes were confirmed, suggesting continual gene flow. The constructed histogram using Mantel test based on genetic distances showed a positive but not significant relationship between the genetic and geographic distances. Thus, geographic isolation did not play an important role in the populations differentiation.



Obr.1 *Pygmarhopalites aggtelekiensis* (Photo: Ľ. Kováč and A. Parimuchová, Jelenia Abyss, Muránska plateau)

**Literature:**

1. D.C. Culver, T. Pipan : The biology of caves and other subterranean habitats. Oxford University Press (2009)
2. K. Christiansen: Morphological adaptations. Encyclopedia of caves. Academic Press (2012) 517-528.
3. S.P. Hopkin: Biology of the springtails (Insecta: Collembola). Oxford University Press (1997)

---

VPLYV NEDOSTATKU DUSÍKA NA AKUMULÁCIU FLAVONOIDOV V *LOTUS*  
*CORNICULATUS*

Martina Gavurová<sup>1</sup>

Školiteľ<sup>1</sup>: Peter, Paľove-Balang

Mánesová 23, 040 01 Košice<sup>1</sup>

Obsah fenolových zlúčenín v rastline ovplyvňuje dostupnosť dusíka. Zistilo sa, že nedostatok dusíka má vplyv na celkový metabolizmus rastlín a stimuluje zvýšenú akumuláciu fenolových látok. Dôsledok toho je posun zlúčenín na báze N k zlúčeninám na báze C, kde radíme fenolové zlúčeniny. Sú to dôležité antioxidanty a vychytáva voľné radikály. Syntetizujú sa šikimátovou dráhou, v ktorej je kľúčovým enzýmom fenylalanín amónia-lyáza. Tento enzým má v podmienkach nedostatku dusíka zvýšenú aktivitu. *Lotus corniculatus L.*, ako zástupca čeľade *Fabaceae*, v ktorom dochádza k biologickej akumulácii dusíka bol zvolený ako pokusná rastlina. Živiny boli rastline dodávané hydroponicky tak aby poskytl vysoké, stredné a nízke hladiny dusíka. Následne sa pomocou HPLC analyzovali listy z každej týchto troch variant. Cieľom tejto práce je zhodnotiť význam a dôležitosť flavonoidov syntetizovaných v rastlinách. Posúdiť súvislosti medzi metabolizmom dusíka a fenolových látok. Experimentálne dokázať zmeny, ku ktorým dochádza k tvorbe a akumulácii flavonoidov v listoch *Lotus corniculatus L.* vplyvom rozdielnej dostupnosti dusíka.

**Literatúra:**

1. M., García-Calderón, C.M., Pérez-Delgado. P., Paľove-Balang. *Plants (Basel)* (2020) 9, 774.
2. M., García-Calderón. T., Pons-Ferrer. A., Mrázova. *Front. Plant Sci.* (2015) 6: 760.
3. B., Deng. Y., Li. D., Xu. *Scientific Reports* (2019) 9:1, 9(1), 1–9.
4. K. M., Brodowska. *European Journal of Biological Research* (2017) 7, 108-123.

---

**ŠTÚDIUM BIOAKTÍVNYCH VLASTNOSTI SCYTONEMÍNU IZOLOVANÉHO  
Z ANTARKTICKÝCH DRUHOV CYANOBAKTÉRIE *NOSTOC COMMUNE***

**Bc. Nikola Varholiková**

*RNDr. Dajana Ručová, PhD.*

*Katedra botaniky, Ústav biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ,  
Mánesova 23, 041 54 Košice*

Cieľom predloženej diplomovej práce bolo študovať, identifikovať a testovať biologický potenciál sekundárneho metabolitu-pigmentu scytonemínu, ktorý sme izolovali zo sinice *Nostoc commune* (Vaucher ex Bornet & Flahault). Tento druh cyanobaktérie bol zozbieraný na Antarktíde v extrémnych environmentálnych podmienkach, kde bol vystavený vysokým dávkam UV žiarenia. Práca je rozdelená do štyroch kapitol. Prvé dve kapitoly sú zamerané na všeobecný popis siníc – ich vznik, cytológiu, morfológiu, význam, ekológiu spolu s tvorbou a významom sekundárnych metabolitov a pigmentov. V tretej kapitole sme sa venovali scytonemínu a jeho všeobecnej charakteristike s upriamením pozornosti na jeho chemickú štruktúru a význam. V poslednej kapitole sme uviedli všeobecnú charakteristiku cyanobaktérie *Nostoc commune* (Vaucher ex Bornet & Flahault) spolu s poukázaním na obsah látok s biologickým potenciálom u tejto sinice. V rámci experimentálnej časti sme sa venovali testovaniu fotoprotektívnej a antioxidačnej aktivity vyizolovanej molekuly – scytonemínu pomocou spektrofotometrie. Štruktúru molekuly sme identifikovali pomocou NMR spektroskopie. Zistili sme, že vystavenie environmentálnym stresovým podmienkam indukuje syntézu scytonemínu, ktorého fotoprotektívna úloha bola testovaná pomocou výpočtu SPF faktora. Okrem toho sme potvrdili, že scytonemín vykazuje aj antioxidačnú aktivitu, pretože je schopný zachytávať voľné radikály a superoxidové anióny. Vďaka tejto aktivite a vysokému SPF faktoru má potenciál na jeho použitie v kozmetickom priemysle ako prírodná UV ochranná látka. V tejto práci sme tak objasnili obsah a význam scytonemínu z cyanobaktérií, ktoré pochádzali z extrémnych prostredí Antarktídy.



## ZIMNÁ AKTIVITA NETOPIEROV V MESTSKEJ AGLOMERÁCI

**Bc. Noemi Kožejová**

*doc. RNDr. Marcel Uhrin, PhD.*

*Katedra zoológie, Ústav biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ,  
Šrobárova 2, 041 54 Košice*

Netopiere sú druhým najpočetnejším radom cicavcov s veľkou ekologickou a fyziologickou rozmanitosťou a veľkým ekologickým významom. Temperátne druhy netopierov majú vyvinuté rôzne stratégie prezimovania, z ktorých najznámejšou je hibernácia. Zimná hibernácia je veľmi dôležitou adaptáciou netopierov, pretože im umožňuje prežiť s obmedzeným množstvom potravy pri veľmi nízkych teplotách prostredia. Vo všeobecnosti sa predpokladá, že netopiere sa počas hibernácie nekrmia. Avšak pozorovania naznačujú, že netopiere sa v zime prebúdzajú z hibernácie a opúšťajú svoje zimoviská. Zimná aktivita netopierov je bežná, ale zároveň veľmi málo preskúmaná. Netopiere sú aktívne v rámci, ale aj mimo svojich zimovísk z dôvodov, ktoré ešte nie sú dostatočne preskúmané. Niektoré dôkazy naznačujú, že ide o reakciu na vyhľadovanie alebo dehydratáciu. V tomto výskume bola zimná aktivita netopierov monitorovaná v priebehu jedného celého zimného obdobia v mesiacoch december až marec (2021-2022). Sledovanou oblasťou bolo urbánne prostredie mesta Košice, ktoré patrí medzi najväčšie urbanizované oblasti na Slovensku. Akustický monitoring prebiehal vo vopred stanovenej bodovej sieti, s cieľom pokryť šesť základných habitatov (staré budovy v centre starého mesta, nové budovy, rodinné domy, priemysel, zeleň a vodný habitat). Okrem tejto bodovej siete prebiehal zároveň aj monitoring stacionárnych staníc, ktoré boli spustené nepretržite počas celého zimného obdobia. Predmetom výskumu boli všetky druhy netopierov, ktoré sa nachádzajú v tomto urbánnom prostredí, prebúdzajú sa počas zimného obdobia z hibernácie a ich aktivita bola zachytená aspoň jedným z detektorov. Echolokačné hlasy netopierov boli zachytené počas celého zimného obdobia, dokonca aj pri mínusových teplotách. Najčastejšie nahrávané druhy boli večernica hvízdavá (*Pipistrellus pipistrellus*), raniak hrdzavý (*Nyctalus noctula*) a večernica južná (*Pipistrellus kuhlii*). Táto práca je jedným z ďalších dôkazov zimnej aktivity netopierov a opisuje, aké druhy boli aktívne počas zimného obdobia v urbánnom prostredí mesta Košice, aká častá bola ich aktivita, v ktorých habitatoch sa vyskytovali a ako ich aktivita korelovala s teplotou prostredia a poveternosnými podmienkami.

### Literatúra:

1. Avery M. I., (1985): The winter activity of pipistrelle bats. *J. Anim. Ecol.*, 54: 721–738.
2. Masing M., Lutsar L., (2007): Hibernation temperatures in seven species of sedentary bats (Chiroptera) in Northeastern Europe. *Acta Zool Litu* 17:47–55.
3. Zahn A., Kriner E., (2016): Winter foraging activity of Central European Vespertilionid bats. *Mamm Biol* 81:40–45.

---

## ROZŠÍRENIE VYBRANÝCH ZÁSTUPCOV RODU *IRIS* L. NA SLOVENSKU

Tereza Labovská

RNDr. Matej Dudáš, PhD.

Univerzita P.J. Šafárika v Košiciach. Prírodovedecká fakulta; Katedra botaniky

Cieľom predkladanej práce je poskytnúť komplexný pohľad na chorológiu druhov *Iris aphylla*, *Iris graminea* a *Iris sibirica* na Slovensku na základe štúdií herbárových vzoriek, literárnych prameňov a vlastného výskumu. V práci sa autor venuje charakteristike vybraných druhov, porovnaniu ich ekologickej podobnosti na základe ekologickej analýzy spoločenstiev, v ktorých sa tieto druhy vyskytujú a afinite skúmaných druhov k fyto geografickým celkom Slovenska. Práca taktiež poskytuje kompletný zoznam lokalít s výskytom daných druhov a spracovanie týchto údajov do mapovej podoby.

V predkladanej práci sme zistili, že najčastejší výskyt druhu *Iris aphylla* je v oblasti západokarpatskej flóry (*Carpaticum occidentale*) v obvode predkarpatskej flóry (*Praecarpaticum*), konkrétne v celku Slovenský raj. Rastie prevažne na slnečných skalách a stráňach v pásme od nížin po pahorkatiny. Prevažujú lesné biotopy s porastom dubov, prevažne na slnečných skalách a stráňach.

Druh *Iris graminea* má najčastejší výskyt v oblasti panónskej flóry (*Pannonicum*) na obvode pramatranskej xerothermnej flóry (*Matricum*) v celku Burda. U *Iris graminea* subsp. *pseudocyperus* prevažuje výskyt taktiež v oblasti panónskej flóry na obvode pramatranskej xerothermnej flóry (*Matricum*), ako to bolo aj u *Iris graminea* a *Iris graminea* subsp. *graminea*, no najviac populácií je mapovaných v celku Slovenský kras. Rastie prevažne na krovinatých stráňach a pasienkoch, v lesných biotopoch preferuje svetlé, vlhké stanovištia, ktoré v letných mesiacoch vysychajú.

*Iris sibirica* sa vyskytuje roztrúsene na celom území Slovenska, no najhojnejší je v oblasti panónskej flóry (*Pannonicum*) na obvode pramatranskej xerothermnej flóry (*Matricum*) v celku Burda, na obvode eupanonskej xerothermnej flóry (*Eupannonicum*) v celku Záhorská nížina a v oblasti západokarpatskej flóry (*Carpaticum occidentale*) na obvode predkarpatskej flóry (*Praecarpaticum*) v podcelku Javorie v Slovenskom stredohorí. *Iris sibirica* rastie predovšetkým v miernom podnebnom pásme na vlhkých lúkach, v mokrinách, lesných lemoch a krovinách.

---

**POSÚDENIE VPLYVU URBÁNEHO PROSTREDIA NA SPOLOČENSTVÁ  
CHVOSTOSKOKOV (COLLEMBOLA, HEXAPODA)**

**Autor<sup>1</sup>: Bc. Viktória Košíková**

*Školiteľ<sup>1</sup>: RNDr. Natália Raschmanová, PhD.*

*Adresa<sup>1</sup>: Katedra zoológie, Ústav biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ,  
Šrobárova 2, 041 54 Košice*

Na Slovensku bol uskutočnený prvý detailnejší prieskum zameraný na vplyv urbanizácie na pôdne spoločenstvá Collembola. Tento pilotný projekt bol realizovaný na 5 stanovištiach, zahrňujúcich rôzne typy urbánnych prostredí (trávnik, ruderal, cintorín, park a fragment lesíka) v mestskej aglomerácii Košice. V rámci tejto štúdie bolo zaznamenané značné druhové bohatstvo Collembola (53 druhov). Efekt urbanizácie sa prejavil ako na diverzite, abundancii, tak aj na štruktúre spoločenstiev chvostoskokov. Možno konštatovať, že komplex faktorov takých, ako pôdna mikroklima, vegetačné a pôdno-chemické faktory, ďalej heterogenita prostredia a stupeň urbanizácie mali zásadný vplyv na pôdne spoločenstvá Collembola. Vo fragmente lesíka pôvodnej teplomilnej dúbavy bol zistený najvyšší podiel lesných druhov (z hľadiska počtu druhov a abundancie), čo korešponduje s charakterom daného stanovišťa. Celkovo len 9 xerotermofilných druhov bolo zaznamenaných, pravdepodobne kvôli nízkemu počtu typických termofilných plôch vo výskume. Zaznamenaný tu bol synantropný druh *Seira domestica* (Nicolet, 1842), ktorý však mal nízku abundanciu na stanovištiach trávnik a cintorín. Zaujímavým zistením bola prezencia dvoch chladnomilných, lesných druhov *Thaumanura carolii* (Stach, 1920) a *Pygmarrhopalites principals* Stach, 1945 s montánnou a boreo-montánnou distribúciou, a to výlučne v teplomilnej dúbave, teda na stanovišti s prijateľnou a menej fluktuálnou mikroklimou. Oba druhy tu mali len náhodný výskyt. Z hľadiska zisteného počtu druhov (26), ale aj z autekológie jednotlivých druhov môžeme zhrnúť, že významným zdrojom diverzity Collembola v študovanom meste bol fragment lesíka, ktorý bol asociovaný s viac obľúbenou pôdnou mikroklimou, s dobre rozvinutým organickým pôdnym profilom, ďalej sa vyznačoval viac heterogénnym prostredím a nižšou mierou antropogénnej disturbance.

**Literatúra:**

1. HOPKIN S. P. 1997. Biology of the Springtails: Insecta: Collembola 1. vydanie. New York: Oxford University Press Inc, 1997. p. 341.
2. KRUMPÁLOVÁ Z., MIŠOVIČOVÁ R.. Živočíchy v antropogénnom prostredí. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, 2019. ISBN: 978-80-558-1117-8
3. FIERA C. 2009. Biodiversity of Collembola in urban soils and their use as bioindicators for pollution. Pesquisa Agropecuária Brasileira 44, 2009. p. 868-873.
4. FOUNTAIN M. T., HOPKIN S.P. 2004. Biodiversity of Collembola in Urban Soils and the Use of *Folsomia candida* to Assess Soil 'Quality'. Ecotoxicology, 13, 555–572.

ŠTÚDIUM ANTI-AMYLOIDNEJ AKTIVITY SEKUNDÁRNYCH METABOLITOV LIŠAJNÍKOV

Bc. Viktória Kriššáková

RNDr. Dajana Ručová, PhD.

Katedra botaniky, Ústav biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Mánesova 23,  
04154 Košice

Lišajníky sú druhom symbiózy, pri ktorom fotobiont a mykobiont vytvárajú telo lišajníka – stielku. Sú charakteristické produkciou veľkého množstva sekundárnych metabolitov, ktoré našli využitie vo viacerých odvetviach priemyslu aj v medicíne. V príspevku sme sa zamerali na anti-amyloidnú aktivitu sekundárnych metabolitov lišajníkov. Charakterizovali sme amyloidy a ich tvorbu pričom sme sa zamerali na konkrétne druhy amyloidov. Do práce sme zaradili aj prehľad niektorých prírodných látok vrátane sekundárnych metabolitov lišajníkov, ktoré boli testované pre ich potencionálny anti-amyloidný účinok.

Pre charakteristiku sekundárnych metabolitov lišajníka *U. prunastri* sme použili chromatografické metódy (HPLC a TLC) a taktiež NMR. Z acetónových extraktov boli získané a identifikované kyselina gyroforová a lekanorová. Anti-amyloidnú aktivitu kyseliny gyroforovej a ďalších sekundárnych metabolitov sme testovali na inzulínových fibrilách a výsledky sme získali pomocou ThT fluorescencie a atómovou silovou mikroskopiou. Z testovaných sekundárnych metabolitov bola anti-amyloidná aktivita dokázaná u kyseliny gyroforovej a evernovej. Anti-amyloidné účinky sme určili na základe dvoch parametrov – schopnosti inhibovať tvorbu amyloidných fibril a deštruovať vzniknuté fibrily.

**Literatúra:**

1. C. Liu, Y. Zhang. Adv Protein Chem Struct Biol. 84 (2011) 1-40.
2. K. R. Baker, L. Rice. Methodist Debaquey Cardiovasc J. 8 (3) (2012) 3–7.
3. D. Eisenberg, M. Jucker. Cell 148 (6) (2012) 1188-203.
4. fogo, 2017
5. P. Seth, N. Sarkar. Biotech. 12(11) (2022) 322.
6. V.N Uversky. Curr Alzheimer Res 5(3) (2008) 260-87.
7. Z. Alraawi. Int J Mol Sci 23(22) (2022) 13970.
8. F. Chiti, C. M. Dobson. Annu Rev Biochem 86 (2017) 27-68.
9. Rambaran a Serpell, 2008
10. J. W. Kelly. Nat Struct Mol Biol 7 (2000) 824–826.
11. S. Y. Ow, D. E. Dustan. Protein Science 23 (2014) 1315-1331.
12. E. I. Yakupova a kol. Biology (Basel) 10 (2021) 394.
13. R. A. Kyle. Br J Haematol 114 (2001) 529-38.
14. M. G. Iadanza a kol. Nature Reviews Molecular Cell Biology 19 (2018) 755-773.
15. Zhneg a koo
16. A. B. Reiss a kol. Rev Neurosci. 29 (2018) 613-627.
17. R. Medeiros a kol. CNS Neurosci Ther. 17 (2011) 514-24.
18. G. C. Melkani a kol. PLoS Genet 9 (2013) 1004024.
19. H. M. Brothers a kol. Front Aging Neurosci. 10 (2018) 118.

20. R. Coronel a kol. *Mol Neurobiol.* 55 (2018) 7107-7117.
21. G. F. Chen a kol. *Acta Pharmacol Sin.* 38 (2017) 1205-1235.
22. D. Shea, V. Daggett. *Biophysica* 2 (2022) 91-110.
23. X. Sun a kol. *Front Pharmacol.* 30 (2015) 221.
24. M. Verma a kol. *Ann Indian Acad Neurol.* 18 (2015) 138-145.
25. S. Vivekanandan a kol. *Biochem Biophys Res Commun.* 411 (2011) 321-316.
26. G. K. Gouras a kol. *Neurotherapeutics* 12 (2015) 3-11.
27. M. P. Murphy, H. LeVine. *J Alzheimers Dis.* 19 (2010) 311-23.
28. M. Ziaunys a kol. *Phys. Chem. Chem. Phys.* 20 (2018) 27638-27645.
29. R. J. Mullins a kol. *Front. Aging Neurosci.* 9 (2017) 118.
30. J. L. Jiménez a kol. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 99 (2002) 9196-201.
31. K. Iwaya kol. *BMC Endocrine Disorders* 19 (2019) 61.
32. C. Samlaska a kol. *JAAD Case Rep.* 6 (2020) 351-353.
33. M. Gancar a kol. *Sci Rep.* 10 (2020) 9115.
34. Y. Gupta a kol. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism* 19 (2015) 174.
35. W. T. Cefalu. *Exp Biol Med (Maywood)* 226 (2001) 13-26.
36. M. H. A. Faghih, S. Bhattacharjee. *ACS Pharmacol Transl Sci.* 5 (2022) 1050-1061.
37. J. Jayamani a kol. *RSC Adv.* 4 (2014) 62326-62336.
38. B. Granel a kol. *Medicine* 85 (2006) 66-73.
39. R. Swaminathan a kol. *Adv Protein Chem Struct Biol* 84 (2011) 63-111.
40. S. E. Hill a kol. *Biophys J.* 96 (2009) 3781-3790.
41. M. N. N. Vieira a kol. *Cell Biochem Biophys* 44 (2006) 549-53.
42. M. Yazaki a kol. *Kidney Int.* 63 (2003) 1652-7.
43. S. Valleix a kol. *Kidney Int.* 61 (2002) 907-12.
44. C. Pleyer a kol. *Clin Nephrol Case Stud.* 3 (2015) 42-45.
45. X. L. Bu a kol. *Molecular Neurobiology* 53 (2016) 3565-3575.
46. S. K. Mustafa a kol. *Journal of Pure and Applied Microbiology* 14 (2020) 47-61.
47. H. Kobayashi a kol. *International Journal of Molecular Sciences* 21 (2020) 3561.
48. S. K. R. Theepireddy a kol. *IJMPR* 3 (2015) 983-988.
49. L. R. Fitzpatrick, T. Woldemariam. *Comprehensive Medicinal Chemistry III* (2017) 495-510.
50. M. Yu a kol. *Neurobiol Dis.* 124 (2019) 67-80.
51. A. N. Khan a kol. *Journal of Molecular Liquids* 285 (2019) 27-37.
52. H. Beecken a kol. *Biotech Histochem.* 78 (2003) 289-302.
53. J. Biesche. *Neurotherapeutics* 10 (2013) 429-439.
54. A. Henwood. *Biotech Histochem* 78 (2003) 303-8.
55. Y. Zou a kol. *J Phys Chem B.* 121 (2017) 9203-9212.
56. C. A. Carazin a kol. *Behav Brain Res* 397 (2021) 112945.
57. C. J. Shi a kol. *European Journal of Medicinal Chemistry* 187 (2020) 111961.
58. T. Yokoyama, M. Mizuguchi. *Biol Pharm Bull* 41 (2018) 979-984.
59. P. Nithyanand a kol. *Antonie van Leeuwenhoek*, 107 (2014) 263-272.

60. D. Romero a kol. Chem Biol. 20 (2013) 102-110.
61. W. Kim a kol. J Fungi 7 (2021) 398.
62. H. Luo a kol. Journal of microbiology and Biotechnology 23 (2013) 161-6.
63. S. Davinelli a kol. Oxid Med Cell Longev (2012) 386527.
64. S. Das, S. D. Smid. Bioactive Nutraceuticals and Dietary Supplements in Neurological and Brain Disease (2015) 73-76.
65. F. Yang a kol. Journal of Biological Chemistry 208 (2005) 5892-5901.
66. P. H. Reddy a kol. Journal of Alzheimer's Disease 61 (2018) 843-866.
67. A. N. Begum a kol. Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics 326 (2008) 196-208.
68. Y. Zhang a kol. Basic Clin Pharmacol Toxicol 127 (2020) 243-253.
69. F. Meng a kol. Biochemistry 49 (2010) 8127-8133.
70. L. Fernandez a kol. Front Neurosci 15 (2021) 718188.
71. M. Fang a kol. The Journal of Physical Chemistry 126 (2022) 8155-8165.
72. D. E. Ehrnhoefer a kol. Nat Struct Mol Biol 15 (2008) 558-66.
73. I. P. Gastaldo a kol. Molecular Nutrition & Food Research 64 (2020) 2000632.
74. S. A. Hudson a kol. Journal of Molecular Biology 392 (2009) 689-700.
75. T. Sneideris a kol. Biomolecules 9 (2019) 855.
76. M. Ashrafizadeh a kol. Phytotherapy Research 34 (2020) 2867-2888.
77. L. Frémont. Life Sciences 66 (2000) 663-673.
78. Y. Jia a kol. Nutrients 9 (2017) 1122.
79. R. Mishra a kol. ChemBioChem 10 (2009) 445-449.
80. D. K. Semwal a kol. Nutrients 8 (2016) 90.
81. C. Zelus a kol. Open Biochem J. 6 (2012) 66-70.

## GENOMIKA BAKTÉRIÍ PARODONTU: MIKROBIÁLNE KOMPLEXY

Katarína Brugošová

Školiteľ: prof. RNDr. Eva Čellárová, DrSc.

Katedra genetiky, Ústav biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ,  
Mánesova 23, 04154 Košice

Práca sumarizuje problematiku vybraných imunologických faktorov vplývajúcich na parodont v širšom multidisciplinárnom kontexte. Ilustruje multifaktoriálnosť parodontitídy názorným vysvetlením genetických faktorov vplývajúcich na ochorenie ako aj skúmaním mikrobiologickej zložky. Mikrobiálne komplexy rozdeľuje do niekoľkých úrovní, počínajúc zelenou a žltou zložkou, ktorá tvorí základy pyramídy. Ďalej stred pyramídy, oranžový komplex, a bližšie popisuje jeho zástupcu *Fusobacterium nucleatum*, kľúčovú premošujúcu baktériu, podľa našich výsledkov prevalentnú takmer u každého spracovaného pacienta. Okrajovo načrtne červený komplex a spomenie baktériu *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, ktorá je radená do samotného fialového komplexu. Parodontitída je inflamatórne ochorenie multifaktoriálneho charakteru manifestujúce sa resorpciou alveolárnej kosti v dutine ústnej a stratou chrupu. Ochoreniami parodontu trpí veľká časť celosvetovej populácie, je prevalentná u mladých aj dospelých. Spolu so vznikom zubného kazu a gingivitídami patrí medzi najčastejšie prejavy patologických zmien v orálnej dutine. V práci sa zameriavame na genomiku bakteriálnych parodontálnych komplexov, objasníme polymorfizmy rôznych genetických markerov, ktoré sú často mutované u postihnutých jedincov. Najväčší dôraz bude kladený na polymorfizmus interleukínov 1, ktorý v prípade prítomnosti kompozitného genotypu nevratne pôsobí na organizmus človeka a vyvoláva nežiaducu imunitnú odpoveď. V praktickej časti vyhodnocujeme graficky dáta z vyšetrení pacientov Prešovského a Košického kraja so suspektovanou parodontitídou. Nie je nám známe, že by boli doteraz spracované genetické testy na prítomnosť komplexu baktérií a genetických markerov v slovenských metaštúdiách. Vzhľadom na alarmujúci počet pacientov s resorbovanou kosťou tak touto prácou upozorňujeme na dôležitosť genetického testovania v bežnej stomatologickej praxi.

**Základné pojmy:** parodontitída, polymorfizmus, bakteriálny komplex

### Literatúra:

1. KOVALOVÁ a kol. 2017. Parodontológia III Chemická liečba parodontu 2. časť. 1. vyd. Prešov: Michal Vaško – Vydavateľstvo, 2017 348 s. ISBN-978-80-8198-007-7
2. SOCRANSKY, SS. et al. 1998. Microbial complexes in subgingival plaque. J Clin Periodontol. 25(2). doi:10.1111/j.1600-051x.1998.tb02419.x. p. 134-144.

---

## ADAPTÁCIE COLLEMBOLA (HEXAPODA) V PROSTREDÍ URBÁNNO-PRÍRODNÉHO GRADIENTU

**Autor: Michal Hurka**

*Školiteľ: RNDr. Natália Raschmanová, PhD.*

*Katedra zoológie, Šrobárova 2, 041 54 Košice*

### **Abstrakt**

V tejto práci bol posúdený vplyv urbanizácie na pôdnu faunu a analyzovaný vzťah medzi teplotou prostredia a veľkosťou tela u urbánnych a prírodných populácií druhu *Isotomiella minor* Schäffer, 1896. Urbanizácia má značný vplyv na diverzitu, štruktúru spoločenstiev pôdných chvostoskokov, prejavuje sa vo zvýšení počtu invázných druhov a má za následok fragmentáciu biotopov a izoláciu lokálnych populácií. Testovaná bola hypotéza, na základe ktorej by mohli byť teplejšie urbánne prostredia obývané veľkostne menšími jedincami študovaného druhu chvostoskoka. Medzi prírodnými a urbánnymi stanovišťami bol zistený štatisticky významný rozdiel v pôdnej teplote, všetky prírodné plochy sa javili chladnejšie ako mestské. Signifikantný rozdiel vo veľkosti tela jedincov medzi urbánnymi a prírodnými populáciami bol zistený len v niektorých prípadoch. Spearmanova korelačná analýza a lineárna regresia závislosti veľkosti tela populácií na teplote ich biotopov poukázala na nepriamu a štatisticky nesignifikantnú závislosť, tzn. čím vyššie teploty prostredia, tým veľkostne menšie populácie druhu *I. minor*. Štúdium takýchto vzťahov u pôdnej fauny v urbánno-prírodnom prostredí môže prispieť k aplikáciám v oblasti adaptačných stratégií spojených s klimatickou zmenou.

### **Literatúra:**

1. Angilletta, M. J. (2004). Temperature, growth rate, and body size in ectotherms: Fitting pieces of a life-history puzzle. *Integrative and Comparative Biology*, 44 (6), 498–509.
2. Atkinson D. (1994). Temperature and organism size - a biological law for ectotherms? *Advances in Ecological Research* 25, 1–58.
3. Hopkin, S. P. (1997). Biology of the Springtails: Insecta: Collembola. *Oxford University Press Inc, New York*, pp. 341. ISBN: 0-19-854084-1.



## BIOLOGIA ČLOVEKA A BUNKOVÁ BIOLOGIA

Súťažiaci
<b>Bc. Gabriela Blašková, 2GMCm</b> Úloha proteínov rodiny ERM v regulácii expresie proteínu BCRP a intracelulárneho obsahu hypericínu v nádorových bunkách ved. učiteľ: doc. RNDr. Rastislav Jendželovský, PhD.
<b>Ivan Bukhun, 3Bb</b> Apoptóza neurónov v reakcii na patologický stimul počas vývinu a v dospelosti ved. učiteľ: doc. RNDr. Juraj Ševc, PhD.
<b>Bc. Annamária Ferčáková, 1AjBmu</b> Amygdala a jej kontroverzné postavenie v procese postnatálnej neurogenézy ved. učiteľ: RNDr. Terézia Kisková, PhD.
<b>Bc. Lukáš Malčický, 2GMCm</b> Charakterizácia Reissnerovho vlákna a subkomisurálneho orgánu v komorovom systéme mozgu a v mieche hlodavcov ved. učiteľ: RNDr. Anna Alexovič Matiašová, PhD.
<b>Bc. Ladislav Pačut, 2GMCm</b> Analýza úlohy kaspázy-3 v apoptotických a neapoptotických procesoch buniek miechy potkana v postnatálnom období. ved. učiteľ: doc. RNDr. Juraj Ševc, PhD.

### Lívia Šmalecová

Vplyv atranorínu na hematologické parametre onkologicky chorých experimentálnych zvierat

Spojená katolícka škola sv. Mikuláša Duklianska 16, 080 01 Prešov

### Anna Mariňáková

Vplyv atranorínu na biochemické parametre laboratórnych potkanov

Spojená katolícka škola sv. Mikuláša Duklianska 16, 080 01 Prešov

### Michaela Kožlejová, Miroslava Kožlejová

Účinky atranorínu a kyseliny gyroforovej na hipokampálnu neurogenézu laboratórnych potkanov

Gymnázium Opatovská cesta 7, 040 01 Košice

## ÚLOHA PROTEÍNOV RODINY ERM V REGULÁCII EXPRESIE PROTEÍNU BCRP A INTRACELULÁRNEHO OBSAHU HYPERICÍNU V NÁDOROVÝCH BUNKÁCH

**Bc. Gabriela Blašková**

*Školiteľ: doc. RNDr. Rastislav Jendželovský, PhD.*

*Katedra bunkovej biológie, Ústav biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Šrobárova 2, 041 54 Košice*

ABC transportné proteíny asociované s mnohopočetnou liekovou rezistenciou (MDR) sú prítomné vo väčšine tkanív, kde okrem liečiv prenášajú tiež živiny a metabolity, a preto ich úplná supresia nie je najideálnejším riešením. Tú navyše sťažuje prekrývajúca sa špecificita transportérov k prenášaným substrátom a nežiadúce účinky inhibítorov. Hľadané sú preto iné molekuly, ktoré regulujú ABC transportéry a súčasne sú tkanivovo špecifickejšími. Príkladom sú proteíny rodiny ERM, kam radíme ezrín, radixín a moezín, ktoré zabezpečujú membránovú lokalizáciu a funkčnosť transportérov. Bola dokázaná aj ich asociácia s adhezívnymi molekulami, čo otvára príležitosť terapii voči metastatickým nádorom so súčasným potlačením MDR. Cieľom uvedenej práce bolo preskúmať vplyv utíšenia expresie proteínov rodiny ERM prostredníctvom siRNA na reguláciu expresie a aktivity ABC transportného proteínu BCRP. Efluxná činnosť bola analyzovaná intracelulárnou akumuláciou hypericínu, ktorý je substrátom študovaného proteínu. Na základe pozorovania tvorby bunkových zhlukov pri práci so suspenznými líniami, ktoré sa vyznačujú zvýšenou expresiou BCRP, práca overuje taktiež hypotézu existencie interakcie medzi proteínom BCRP a E-kadherínom (CDH1), ktorú reguluje proteínová rodina ERM. Pre transfekciu boli vyselektované bunkové línie ľudského kolorektálneho adenokarcinómu HT-29, pľúcneho adenokarcinómu A549 a suspenzné bunky ľudského myelómu RPMI-8226 a RPMI-8226/MR20. Zistili sme, že všetky tri proteíny rodiny ERM regulujú membránovú expresiu a aktivitu BCRP v bunkách A549, čo sa odzrkadlilo na jeho zníženej aktivite a zvýšených hladinách substrátu v bunkách. Zaujímavým zistením našej práce je, že samotný hypericín znížil hladiny fosforylovaných proteínov ERM v bunkách A549 a súčasne zvýšil hladinu BCRP. Na základe dosiahnutých výsledkov konštatujeme, že na regulácii proteínu BCRP sa v bunkovej línii A549 okrem proteínov ERM podieľajú aj iné signálne dráhy, ktoré v prípade potreby účinne zastupujú ich funkciu s cieľom zabezpečenia ochrany buniek voči účinkom xenobiotík. Práca navyše prispieva k rozšíreniu poznatkov o odlišnej expresii proteínov ERM v nádorových bunkových líniiach rôzneho histologického pôvodu a podporuje myšlienku, že práve proteínová rodina ERM môže predstavovať sľubnú cestu vedúcu k prekonaniu MDR.

**Kľúčové slová:** hypericín, BCRP, kadherín, ezrín, radixín, moezín

### Literatúra:

1. OGIHARA, T. a kol. Physiological Roles of ERM Proteins and Transcriptional Regulators in Supporting Membrane Expression of Efflux Transporters as Factors of Drug Resistance in Cancer. *Cancers*. 2020, **12**(11), 3352.

## ANALÝZA ÚLOHY KASPÁZY-3 V APOPTOTICKÝCH A NEAPOPTOTICKÝCH PROCESOCH BUNIEK MIECHY POTKANA V POSTNATÁLNOM OBDOBÍ.

**Bc. Ladislav Pačut<sup>1</sup>**

*Školiteľ: doc. RNDr. Juraj Ševc, PhD.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Katedra bunkovej biológie, Ústav biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Šrobárova 2, 04154 Košice<sup>1</sup>*

Kaspázy predstavujú proteázy spájané najmä s procesom apoptózy – fyziologickým odumieraním buniek. Zapojenie kaspáz do apoptotických dejov je dokumentované aj v nervovej sústave najmä počas vývinu, no aj počas patologických procesov zahŕňajúcich poranenia, ischemiu CNS či neurodegeneratívne ochorenia. Zároveň však existujú viaceré práce popisujúce aktivitu kaspáz aj v neapoptotických procesoch nervového systému. V minulosti bola na našom pracovisku v tkanive miechy potkana pozorovaná početná populácia buniek s aktivovanou kaspázu-3. Prítomnosť týchto buniek vyvolala viacero otázok ohľadom úlohy kaspázy-3 a apoptózy v správnom fungovaní CNS. Rozhodli sme sa preto vytvoriť *in vitro* model, pomocou ktorého by sme mohli študovať aktivitu kaspázy-3 počas apoptózy nervových buniek, pričom model by taktiež slúžil ako nástroj pre správnu interpretáciu našich pozorovaní. Pre tieto účely sme využili primárnu bunkovú kultúru pripravenú z tkaniva miechy P8 potkanov, v ktorej sme indukovali apoptózu pridaním apoptotického induktora – staurosporínu. V prvom kroku sme skúmali vplyv staurosporínu na nervové bunky. Zistili sme, že vo väčšine buniek nášho modelu dochádza k indukcii apoptózy a k aktivácii efektorových kaspáz-3/-7 (aC3/7) po 4 hodinách. Po 7 hodinách sme v porovnaní s aC3/7<sup>+</sup> populáciou pozorovali signifikantný nárast annexinV<sup>+</sup> buniek. Ten mohol byť spôsobený prítomnosťou iných foriem bunkovej smrti, počas ktorých je možné pozorovať falošne pozitívny signál pre tento apoptotický marker. V ďalších analýzach aktivity kaspázy-3 sme sa preto rozhodli pracovať s intervalmi 0 až 7 hodín po indukcii apoptózy. Prítomnosť aC3 počas apoptózy sme v našom modeli porovnali s poštiepenou formou proteínu PARP-1 (cPARP), ktorý sme vybrali po selekcii z viacerých apoptotických markerov. Zistili sme, že k signifikantnému nárastu početnosti aC3<sup>+</sup> a cPARP<sup>+</sup> populácií dochádza v rovnakom intervale – 4 hodiny od indukcie apoptózy. Predpokladáme teda, že v apoptotickej populácii by mali byť v bunkách prítomné oba markery súčasne, a preto by sme mali pozorovať rovnaké zastúpenie aC3<sup>+</sup> a cPARP<sup>+</sup> buniek. Zaujímavé ale je, že v tkanive miechy sme pozorovali disproporciu počas selekcie vhodných markerov medzi masívnou aC3<sup>+</sup> populáciou, a len veľmi nízkym zastúpením cPARP<sup>+</sup> buniek. Predpokladáme preto, že aC3 v mieche môže participovať aj v neapoptotických procesoch, alebo jej aktivita môže byť výrazne regulovaná. Ako ukazuje naša analýza expresie génov kódujúcich inhibítory apoptózy, aktivita kaspázy-3 v tkanive miechy je pravdepodobne regulovaná proteínmi z rodiny IAP, najmä produktom *Birc4* génu – XIAP. Pre lepšie pochopenie úlohy aC3 v CNS je však aj do budúcnosti potrebný ďalší výskum.

### Literatúra:

1. SHI, Yigong. Mechanisms of caspase activation and inhibition during apoptosis. *Molecular cell*, 2002, 9.3: 459-470.
2. D'AMELIO, M.; CAVALLUCCI, V.; CECCONI, F. Neuronal caspase-3 signaling: not only cell death. *Cell Death & Differentiation*, 2010, 17.7: 1104-1114.

## CHARAKTERIZÁCIA REISSNEROVHO VLÁKNA A SUBKOMISURÁLNEHO ORGÁNU V KOMOROVOM SYSTÉME MOZGU A V MIECHE HLODAVCOV

**Bc. Lukáš Malčický**

*Školiteľ: RNDr. Anna Alexovič Matiašová, PhD.*

*Katedra bunkovej biológie, Ústav biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ,  
Šrobárova 2, 041 54 Košice*

Reissnerovo vlákno predstavuje glykoproteínovú štruktúru, ktorá je produkovaná bunkami subkomisurálneho orgánu tretej mozgovej komory. Táto štruktúra prechádza naprieč komorovým systémom mozgu až do koncovej oblasti centrálného kanála miechy, kde dochádza k jeho odbúraniu. V poslednom období sa Reissnerovmu vláknu a subkomisurálnemu orgánu venuje čoraz väčšia pozornosť, keďže abnormality vo vývine týchto štruktúr a v sekrécii zložiek Reissnerovo vlákna môžu byť spojené s rôznymi ochoreniami, medzi ktoré patrí napríklad hydrocefalus. Naše predchádzajúce experimenty naznačujú, že jednou zo zložiek Reissnerovho vlákna by mohol byť aj glykoproteín CD31, typický pre bunky ciev, ktorý v týchto štruktúrach doteraz pozorovaný nebol. V tejto práci sme sa preto zamerali na identifikáciu a charakterizáciu Reissnerovho vlákna a buniek subkomisurálneho orgánu u hlodavcov s využitím techník skenovacej elektrónovej mikroskopie, imunoznačenia a následných analýz génovej expresie. Subkomisurálny orgán tvorený bunkami, ktoré mali na apikálnom povrchu krátke a málo denzné riasinky bol lokalizovaný dorzokaudálne v tretej mozgovej komore. Z tejto oblasti odstupovala vláknitá štruktúra, morfológicky zodpovedajúca Reissnerovmu vláknu, ktorú sme následne identifikovali aj v lúmene centrálného kanála miechy, ako CD31<sup>+</sup> štruktúru. Produkcia glykoproteínu CD31 bunkami subkomisurálneho orgánu bola overená technikou imunoznačenia. V radiálne usporiadaných bunkách subkomisurálneho orgánu bol glykoproteín CD31 identifikovaný v ich apikálnej cytoplazme, čo naznačuje, že bunky by sa mohli podieľať na jeho syntéze. Pre overenie našej hypotézy sme izolovali oblasť subkomisurálneho orgánu pomocou laserovej mikrodisekcie a analyzovali expresiu génu kódujúceho CD31 technikou RT-PCR, ktorá potvrdila, že CD31 je v bunkách subkomisurálneho orgánu exprimovaný vo zvýšenej miere v porovnaní s inými oblasťami mozgu. V porovnaní s potkanom sme CD31 neidentifikovali v Reissnerovom vlákne, ani v bunkách subkomisurálneho orgánu myši, čo naznačuje, že by sa mohlo jednať o štruktúry, ktorých zloženie môže byť odlišné aj medzi blízko príbuznými druhmi hlodavcov.

**Kľúčové slová:** Reissnerovo vlákno, hlodavce, subkomisurálny orgán, ventrikulárny systém

### **Literatúra:**

1. Sepúlveda, V., Maurelia, F., González, M., Aguayo, J., Caprile, T. (2021). SCO-spondin, a giant matricellular protein that regulates cerebrospinal fluid activity. *Fluids and barriers of the CNS*, 18(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s12987-021-00277-w>

---

## APOPTÓZA NEURÓNŮV V REAKCII NA PATOLOGICKÝ STIMUL POČAS VÝVINU A V DOSPELOSTI

Ivan Bukhun

Školiteľ: doc. RNDr. Juraj Ševc, PhD

*Katedra bunkovej biológie, Ústav biologických a ekologických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ,  
Šrobárova 2, 04154 Košice*

Apoptóza hrá dôležitú úlohu v regulácii mnohých procesov v organizme počas embryogenézy a v postnatálnom období. Počas svojho vývoja prebehnú v nervovom systéme dve obdobia s vysokou mierou apoptózy: obdobia tzv. proliferačnej a neurotrofickej bunkovej smrti. Prvou významnou apoptotickou etapou je proliferačná bunková smrť, keď dochádza k odumieraniu neuronálnych prekursorových buniek v čase proliferácie v germinálnej zóne. Počas neskoršieho vývinu apoptotická aktivita ešte raz stúpne, a to v čase, keď už postmitotické neuróny inervujú svalové vlákna a receptory, vtedy nastáva fáza tzv. neurotrofickej bunkovej smrti. V tomto období existuje krehká rovnováha medzi proapoptotickými a antiapoptotickými stimulmi, ktorá vo výsledku rozhodne, či neurón spustí programovanú smrť, alebo nie. Cieľom práce bolo spracovať problematiku postnatálneho vývinu miechy so zameraním sa na apoptózu neurónov. Na základe experimentu s použitím modelu minimálneho poranenia miechy bolo cieľom overiť, či sú neuróny počas skorého postnatálneho života náchylnejšie na odumieranie prostredníctvom apoptózy v porovnaní s neskorším vývinom a dospelosťou v prípade patologického stimulu. Po aplikácii modelu minimálneho poškodenia miechy sme porovnali počty prežívajúcich neurónov v zadných rohoch miechy u troch vekových skupín potkanov (7-dňové, 29-dňové a dospelé), ktoré preživali 24 hodín, resp. 28 dní po operácii. Taktiež sme stanovili sme množstvo odumierajúcich buniek v akútnej (24 hodín) a subakútnej fáze (4 dni) po poranení. Počas výskumu boli tiež testované metódy automatickej kvantifikácie a segmentácie neurónov. Z kvantifikačných metód bol vybraný StarDist, lebo umožňuje efektívne segmentovať sa prekrývajúce neuróny. Naše výsledky preukázali postupné odumieranie neurónov a buniek glie u neonatálnych mláďat v akútnej a subakútnej fáze poranenia v porovnaní s dospelými zvieratami, u ktorých odumreli neuróny počas prvých 24 hodín od poranenia. Avšak 28 dní po poranení bol počet odumretých neurónov rovnaký vo všetkých vekových skupinách. Naše výsledky preto nepotvrdili teóriu o zväčšenom úbytku neurónov po poranení u neonatálnych potkanov v dôsledku narušenia rovnováhy proapoptotických a antiapoptotických stimulov.

**Kľúčové slová:** poranenie miechy, apoptóza, neuróny, reakcia nervového tkaniva v neonatálnom období

---

## AMYGDALA A JEJ KONTROVERZNÉ POSTAVENIE V PROCESSE POSTNATÁLNEJ NEUROGENÉZY

**Autor: Bc. Annamária Ferčáková**

*Školiteľ: RNDr. Terézia Kisková, PhD.*

Amygdala je mozgová štruktúra, ktorá je centrom pre emocionálnu reguláciu a spracovanie pamäťových stôp. Nedávne výskumy ukazujú, že amygdala, ktorá bola považovaná za statickú štruktúru počas dospelosti, by mohla byť schopná produkcie nových neurónov aj počas postnatálneho obdobia. Avšak táto hypotéza je predmetom kontroverzií – na jednej strane, niektoré výskumy naznačujú, že amygdala môže mať negatívny vplyv na proces postnatálnej neurogenézy. Štúdie podporujúce túto hypotézu ukazujú, že zvýšená aktivácia amygdaly v dôsledku stresu môže inhibovať proliferáciu a prežitie nových neurónov v hipokampe – centrum pre učenie a pamäť. Na druhej strane, existujú aj štúdie, ktoré naznačujú pozitívny vplyv amygdaly na proces postnatálnej neurogenézy. Tieto štúdie ukazujú, že zvýšená aktivácia amygdaly môže stimulovať proces postnatálnej neurogenézy v hipokampe, čo môže viesť k lepšiemu učeniu a pamäti. Okrem toho, niektoré štúdie na zvieratách poukazujú na úlohu amygdaly v emocionálnych a sociálnych procesoch, ktoré môžu mať vplyv na vývoj nových neurónov. V našom experimente sme použili 5 samcov kmeňa Wistar vo veku 30 dní na sledovanie počtu BrdU pozitívnych buniek v oblasti amygdaly, a ako kontrolu sme sledovali oblasť hilusu. BrdU pozitívne bunky sme farbili imunohistochemickým značením. Naše predbežné výsledky naznačujú prítomnosť BrdU-pozitívnych buniek v oblasti amygdaly. Porozumenie kontroverzií postnatálnej neurogenézy v amygdale môže mať dôležitý význam v chápaní vývoja mozgu a súvisiacich emocionálnych a kognitívnych funkcií po narodení.

## ANALYTICKÁ CHÉMIA

Súťažiaci
<p><b>Bc. Andrea Gajdošová, 2AnCHm</b> Vývoj nových postupov pre spektrofotometrické stanovenie ortuti ved. učiteľ: RNDr. Jana Šandrejová, PhD.</p>
<p><b>Bc. Dominik Harenčár, 2AnCHm</b> Vortexom asistovaná mikroextrakčná fluorescenčná metóda stanovenia kyseliny pikrovej ved. učiteľ: prof. Dr. Yaroslav Bazel, DrSc.</p>
<p><b>Bc. Dominika Hašková, 2AnCHm</b> Analýza kvality vôd v oblastiach s environmentálnou záťažou ved. učiteľ: doc. Ing. Viera Vojteková, PhD.</p>
<p><b>Bc. Laura Hreščáková, 2AnCHm</b> Analýza kofeínu vo vybraných nápojoch metódou HPLC-UV ved. učiteľ: doc. RNDr. Katarína Reiffová, PhD.</p>
<p><b>Bc. Jana Jandová, 2AnCHm</b> Skúmanie možností testovania originality a kvality vybraných druhov destilátov využitím GC-FID ved. učiteľ: RNDr. Rastislav Serbin, PhD.</p>
<p><b>Bc. Patrícia Karvanská, 2AnCHm</b> Skúmanie extrakčných vlastností sorbentov na báze nanoštruktúr pre ich potenciálne využitie v analytickej chémii ved. učiteľ: RNDr. Rastislav Serbin, PhD.</p>
<p><b>Bc. Martina Lukáčová, 2AnCHm</b> HPLC enantioseparácia s využitím rôznych chirálnych selektorov ved. učiteľ: doc. RNDr. Taťána Gondová, CSc.</p>
<p><b>Bc. Michaela Ovšonková, 2AnCHm</b> Skúmanie vplyvu zloženia zmesi chemických rozpúšťadiel na kvalitu a stabilitu disperzného stavu v metóde DLLME ved. učiteľ: prof. Mgr. Vasiľ Andruch DSc.</p>
<p><b>Bc. Anastasiia Repetska, 2AnCHm</b> Extrakcia železa s využitím teploty zákalu micelárnych roztokov. ved. učiteľ: RNDr. Jana Šandrejová, PhD.</p>
<p><b>Bc. Kristína Terebesiová, 2AnCHm</b> Stanovenie kadmia metódou CPE ved. učiteľ: RNDr. Jana Šandrejová, PhD.</p>

---

## EXTRAKCIA ŽELEZA S VYUŽITÍM TEPLoty ZÁKALU MICELÁRNYCH ROZTOKOV

**Bc. Anastasiia Repetska**

*Školiteľ: RNDr. Jana Šandrejová, PhD.*

*Doktora Kostlivého, 040 01 Košice*

V práci bola vypracovaná účinná extrakčná spektrofotometrická metóda pre stanovenie železa vo vzorke odpadových vôd pomocou extrakcie s využitím teploty zákalu micelárnych roztokov. Extrakcia s využitím teploty zákalu micelárnych roztokov (CPE) je jednou z univerzálnych a jednoduchých metód na predkoncentráciu a extrakciu hydrofóbných látok z vody. Taktiež CPE patrí medzi zelené analytické metódy. Pre stanovenie bola využitá reakcia Fe(II) s farbivom 1-(2-pyridylazo)-2-naftolom (PAN) za vzniku tmavočerveného komplexu. Boli optimalizované všetky podmienky reakcie ako pH prostredia, koncentrácia prídavku kyseliny askorbovej, koncentrácia farbiva PAN, koncentrácia prídavku povrchovo aktívnej látky Triton X-114, čas a teplota ohrevu. Za optimálnych podmienok detekčný limit bol  $0,0044 \text{ mg.l}^{-1}$  Fe a limit kvantifikácie  $0,0145 \text{ mg.l}^{-1}$  Fe. Kalibračná závislosť bola lineárna v rozsahu  $0,025\text{-}0,175 \text{ mg.l}^{-1}$ . Navrhnutá metóda bola aplikovaná na stanovenie železa vo vzorke odpadových vôd.

### Literatúra:

1. S. Kori. Cloud point extraction coupled with back extraction: a green methodology in analytical chemistry: Forensic Sciences Research (2021) 19-33.
2. J. H. Luo, J. Li, X. X. Duan. Study on removal of Fe<sup>3+</sup> from sodium dihydrogen phosphate by emulsification solvent extraction: Journal of Industrial and Engineering Chemistry (2013) 727-731.
3. P. Sammadar, K. Sen. Cloud point extraction: A sustainable method of elemental preconcentration and speciation: Journal of Industrial and Engineering Chemistry (2014) 1209-1219.



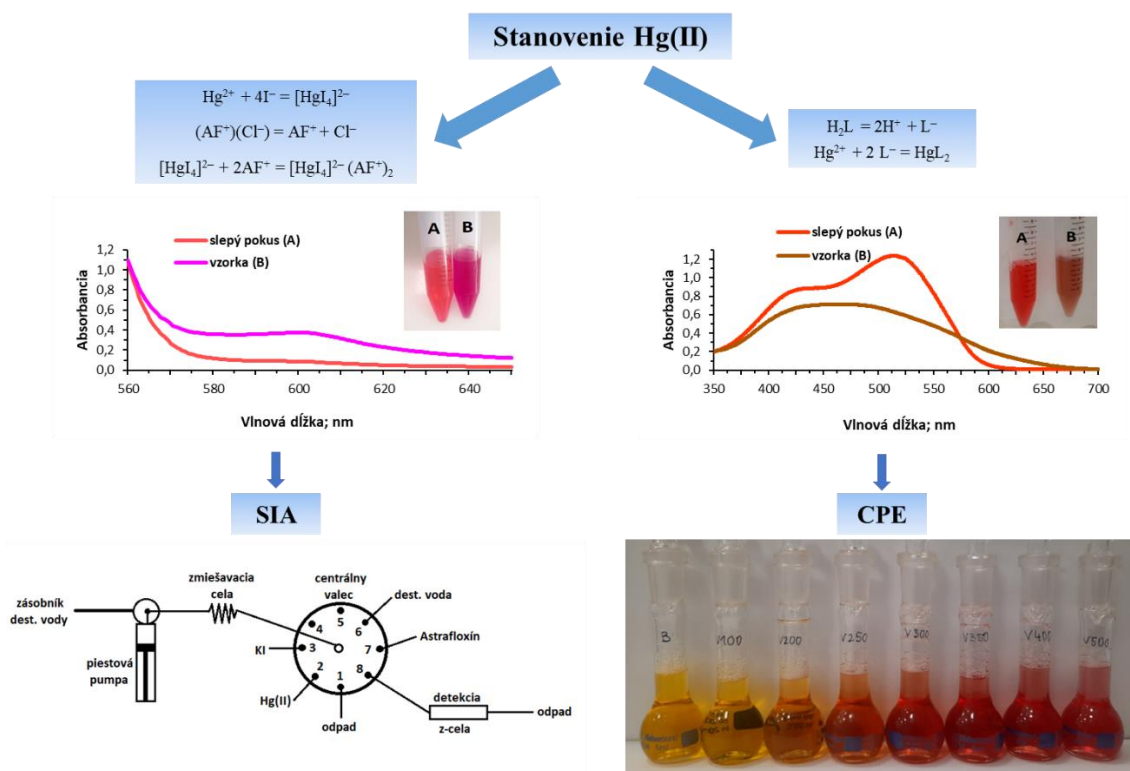
## VÝVOJ NOVÝCH POSTUPOV PRE SPEKTROFOTOMETRICKÉ STANOVENIE ORTUTI

Bc. Andrea Gajdošová

Školiteľ: RNDr. Jana Šandrejová, PhD.

Katedra analytickej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11, 041 54 Košice

Práca sa zaoberá vývojom nových postupov pre spektrofotometrické stanovenie ortuti. Princíp stanovení je založený na reakcii Hg(II) s dvoma farbivami Astrafloxínom (AF) a 6-hexyl-4-(2-tiazolylazo)resorcinolom (HTAR). Pre oba postupy boli optimalizované reakčné podmienky vzniku komplexu Hg-I-AF a Hg-HTAR ako pH, koncentrácia jodidových iónov a koncentrácia farbiva. Uvedené postupy boli ďalej rozvíjané v podobe automatizácie s využitím sekvenčnej injekčnej techniky pre Hg-I-AF a extrakcie s využitím teploty zákalu micelárnych roztokov pre Hg-HTAR. Pre každý z postupov boli optimalizované potrebné parametre preň špecifické, na základe ktorých boli zostrojené jednotlivé kalibračné závislosti. V závere práce boli porovnané validačné parametre každého z postupov a ich výhody a nevýhody. Postup stanovenia ortuti pomocou Astrafloxínu bol následne aplikovaný na stanovenie Hg(II) v internom referenčnom materiáli.



Grafická schéma vývoja nových postupov pre spektrofotometrické stanovenie ortuti

## VORTEXOM ASISTOVANÁ MIKROEXTRAKČNÁ FLUORESCENČNÁ METÓDA STANOVENIA KYSELINY PIKROVEJ

**Bc. Dominik Harenčár**

*Školiteľ: prof. Dr. Yaroslav Bazel', Dr.Sc.*

*Katedra analytickej chémie, Ústav chemických vied, Moyzesova 11, 041 54 Košice*

Predkladaná práca sa zaoberá vývojom novej luminiscenčnej analytickej metódy. Cieľom bolo vyvinúť citlivú, selektívnu a vortexom asistovanú fluorescenčnú metódu na stanovenie kyseliny pikrovej detekciou mikroextraktov. Princíp metódy je založený na formácii iónového asociátu v dôsledku elektrostatických interakcií ako analytickej formy pre fluorescenčné stanovenie v prítomnosti zásaditého polymetínového farbiva Astrafloxín FF. Táto metóda bola vyvíjaná so zreteľom na čo najmenší možný objem rozpúšťadla, ktoré sa dalo v daných podmienkach použiť a s čo najväčším zreteľom na požiadavky zelenej analytickej chémie. Metóda sa optimalizovala pomocou rôznych parametrov, ako napríklad voľba a objem rozpúšťadla, koncentrácia farbiva, pH a objem tlmivého roztoku, čas extrakcie, stabilita v čase, poradie pridávaných zložiek či optimalizácia podmienok vortexovania. Všetky namerané experimentálne výstupy boli realizované v emisnom intervale 400 – 700 nm pri excitačnej vlnovej dĺžke 540 nm. Ďalším krokom v procese vývoja tejto metódy bolo vyhodnotenie presnosti a správnosti a takisto skúmanie interferencie rôznych druhov iónov. Boli vynesené kalibračné závislosti a predkladaná metóda bola tiež aplikovaná na reálnu vzorku vody metódou prídavkov štandardov.

### Literatúra:

1. KURUCZ, J. 2018. *Chémia výbušnín*. Belianum, 2018. 113 p. ISBN 978-80-557-1403-5.
2. BHATT, D. R. - MAHERIA, K. C. - PARIKH, J. K. 2015. Highly efficient micellar extraction of toxic picric acid into novel ionic liquid: effect of parameters, solubilization isotherm, evaluation of thermodynamics and design parameters. In *Journal of Hazardous Materials*. ISSN 0304-3894, 2015, Elsevier, vol. 300, p. 338–346.
3. LABUDA, J. - TARAPČÍK, P. - VRÁBEL, V. - HROBOŇOVÁ, K. - BEINROHR, E. 2014. *Analytická chémia*. Vydavateľstvo STU, 2014. 671 p. ISBN 978-80-227-4242-9.
4. TANWAR, A. S. - PATIDAR, S. - AHIRWAR, S. - DEHINGIA, S. - IYER, P. K. 2019. "Receptor free" inner filter effect based universal sensors for nitroexplosive picric acid using two polyfluorene derivatives in the solution and solid states. In *Analyst*. 2019, Royal Society of Chemistry, vol. 144, no. 2, p. 669–676.
5. LI, W.-T. - HU, Z.-J. - MENG, J. - ZHANG, X. - GAO, W. - CHEN, M.-L. - WANG, J.-H. 2021. Zn-based metal organic framework-covalent organic framework composites for trace lead extraction and fluorescence detection of TNP. In *Journal of Hazardous Materials*. ISSN 0304-3894, 2021, Elsevier, vol. 411, p. 125021.
6. KADIAN, S. - MANIK, G. 2020. A highly sensitive and selective detection of picric acid using fluorescent sulfur-doped graphene quantum dots. In *Luminescence*. ISSN 1522-7235, 2020, Wiley Online Library, vol. 35, no. 5, p. 763–772.
7. KHAMRANG, T. - KATHIRAVAN, A. - PONRAJ, C. - SARAVANAN, D. 2021. Y-shaped fluorophore: Synthesis, crystal structure and picric acid detection. In *Journal of Molecular Structure*. ISSN 0022-2860, 2021, vol. 1238, p. 130442.
8. ZHAO, Y. - XU, L. - KONG, F. - YU, L. 2021. Design and preparation of poly(tannic acid) nanoparticles with intrinsic fluorescence: A sensitive detector of picric acid. In *Chemical Engineering Journal*. ISSN 1385-8947, 2021, vol. 416, p. 129090.
9. KAKALEJČIKOVÁ, S. 2022. Vývoj novej luminiscenčnej metódy stanovenia ortuti v súlade s požiadavkami zelenej analytickej chémie. Košice: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta. 55s.

---

## ANALÝZA KVALITY VÔD V OBLASTIACH S ENVIRONMENTÁLNOU ZÁŤAŽOU

**Bc. Dominika Hašková<sup>a</sup>**

Školiteľ<sup>u</sup>: doc. Ing. Viera Vojteková, PhD.

Konzultant<sup>b</sup>: MVDr. Daniel Kupka, PhD.

<sup>a</sup>Katedra analytickej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11, 040 01 Košice

<sup>b</sup> Ústav geotechniky SAV, Sever, Watsonova 1932/45, 040 01 Sever

Jedným zo súčasných problémov znečistenia ekosystému predstavujú kyslé banské vody. Majú vysoké koncentrácie kovov a veľmi nízke pH, sú teda nežiadúce a nebezpečné pre živé organizmy. Preto sa neustále hľadajú, optimalizujú rôzne alternatívne, finančne nenáročne, a ekologicky šetrné metódy dočisťovania kyslých banských vôd. Súčasťou takejto práce je aj vývoj a optimalizácia nových analytických metód pre stanovenie kontaminantov v zložitej matici kyslých banských vôd. Práca prezentuje vývoj a optimalizáciu metódy pre stanovenie aniónov využitím techniky iónovej chromatografie. Vývoj a optimalizácia bola zameraná na banské vody z oblasti ložiskového územia Nižná Slaná - Kobeliarova.<sup>1</sup> Pred-úprava vody mala niekoľko stupňov: neutralizácia banskej vody použitím  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , následná precipitácia kovov vo forme hydroxidov a čiastočné odstránenie síranov vo forme sádrovca. Výhodou tohto postupu je výrazné zníženie kyslosti vody a veľmi dobrá separácia precipitátov.<sup>2</sup>

### Literatúra:

1. P. Grecula et al.: Ložiská nerastných surovín Slovenského Rudohoria, zv.1, *Mineralia Slovaca - Monografie*, (1995), ISBN 80-967018-2-7
2. D.Kupka, Z.Bártová, L.Hagárova et.al, Ekologická havária na rieke Slaná – Charakteristika banských vôd a návrh postupov ich čistenia. In Situácia v ekologicky zaťažených regiónoch Slovenka a strednej Európy. *XXXI.vedecké sympózium s medzinárodnou účasťou*. Hrádok, 4-12 (2022), ISBN 978-80-89883-13-4

---

**SKÚMANIE MOŽNOSTÍ TESTOVANIA ORIGINALITY A KVALITY VYBRANÝCH  
DRUHOV DESTILÁTOV VYUŽITÍM GC-FID**

**Bc. Jana Jandová**

*Školiteľ: RNDr. Rastislav Serbin, PhD.*

*Katedra analytickej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11,  
041 54 Košice*

Práca sa zaoberá skúmaním možností originality a kvality destilátov využitím plynovej chromatografie s plameňovo-ionizačným detektorom (GC-FID). Teoretickou časťou je rešerš zaoberajúca sa farmakokinetikou alkoholu, rizikami chronickej konzumácie alkoholu, vplyvom pandémie COVID-19 na konzumáciu alkoholických nápojov, metanolovými kauzami, systémom kontroly kvality a štatistikou kvantitatívnych výpočtov. Experimentálna časť ponúka prehľad metód kvantitatívnej analýzy ako je normalizácia plochy, metóda externého či interného štandardu a metóda štandardného prídavku pri využití plynovej chromatografie. Pre semikvalitatívnu analýzu bola zvolená metóda externého štandardu s využitím jednobodovej kalibrácie. Navrhnutá metóda slúžila na kvantifikáciu metanolu, n-propanolu a etylacetátu vo vybraných vzorkách destilátov. Vysoká koncentrácia spomínaných zlúčenín výrazne ovplyvňuje kvalitu daného destilátu (vôňu, chuť, kvalitu použitej suroviny atď.). Účelom práce je výber a navrhnutie jednoduchšej a funkčnej analytickej metódy na identifikáciu a kvantifikáciu zložiek destilátu a ich následné posúdenie v zmysle kvality a rizika.

**Kľúčové slová:** plynová chromatografia, slivkové destiláty, kvantitatívna analýza, kvalita destilátov, originalita destilátov, metóda externého štandardu, metóda normalizácie plochy, jednobodová kalibrácia

## STANOVENIE KADMIA METÓDOU CPE

**Bc. Kristína Terebesiová**

*RNDr. Jana Šandrejová. PhD:*

*Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Prírodovedecká fakulta, Katedra analytickej chémie, Ústav chemických vied, Šrobárova 2, 041 54 Košice*

Táto práca je zameraná na extrakciu kadmia s využitím teploty zákalu micelárnych roztokov (CPE). CPE predstavuje jednu z foriem zelených mikroextrakčných techník využívaných pre stanovenie tak anorganických ako aj organických látok [1]. V práci sú opísané teoretické aspekty CPE, jednotlivé typy tenzidov využívaných v CPE, ako aj parametre, ktoré sú nevyhnutné optimalizovať pre efektívnu separáciu, výťažnosť a prekoncentráciu analytov. Experimentálna časť práce je zameraná na stanovenie kadmia metódou CPE ako závažného kontaminantu životného prostredia s následnou UV-Vis detekciou vo vzorkách vôd. Reakčný mechanizmus je založený na reakcii Cd(II) s 6-hexyl-4-(2-tiazolylazo)resorcinolom pri pH 9,5 za vzniku komplexu s absorpčným maximom pri 550 nm. Pre extrakciu Cd(II) bolo ako extrakčné činidlo použitých 5 mL 10% Triton X-114 a za optimálnych extrakčných podmienok (čas ohrevu 20 min, pri teplote 65°C a následné schladenie pri -20°C kvôli zvýšeniu viskozity surfaktantu a jeho ľahšej separácii) bola medza detekcie stanovená na 3,5 µg/L Cd(II). Pri práci bola skúmaná možnosť využitia spektrálnej pipety ako nového spôsobu UV-Vis detekcie. Navrhnutá metóda bola aplikovaná na stanovenie kadmia v riečnych vodách a to konkrétne dvoch vodných tokov na Východnom Slovensku, riek Tisa a Latorica.

1.

### **Literatúra:**

1. MORTADA, Wael I. *Recent developments and applications of cloud point extraction: A critical review. Microchemical Journal.* 2020, 157. ISSN 0026265X. DOI:10.1016/j.microc.2020.105055

## ANALÝZA KOFEÍNU VO VYBRANÝCH NÁPOJOCH METÓDOU HPLC-UV

**Bc. Laura Hreščáková**

*Školiteľ: doc. RNDr. Katarína Reiffová, PhD.*

*Katedra analytickej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11,  
041 54 Košice*

Práca sa zaoberá problematikou analýzy a sledovania obsahu kofeínu, ktorý predstavuje hlavného zástupcu skupiny metylxantínov v bežne a často konzumovaných nápojoch, ako sú čaj, káva a iné synteticky pripravené nápoje. Závažnosť tohto problému je podporená vedeckými poznatkami, ktoré upozorňujú na riziká spojené s nadmernou konzumáciou nápojov obsahujúcich kofeín, ako sú nespavosť, úzkosť, zvýšený krvný tlak, srdcové arytmie a ďalšie zdravotné komplikácie. Cieľom práce bolo štúdium optimálnych podmienok separácie kofeínu v zmesi s ďalšími metylxantínmi (teofylín a teobromín) metódou vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie s UV detektorom (HPLC-UV). Chromatografická analýza vybraných metylxantínov bola uskutočnená na kolóne ACE C18 (250 x 4,6 mm; 5 µm) pri teplote 27 °C. Použitou mobilnou fázou bola trojzložková zmes voda-etanol-kyselina octová v pomere (75:24:1, v/v/v) s prietokom 1,0 ml.min<sup>-1</sup> za izokratických podmienok. Analyty boli detekované UV detektorom nastaveným na vlnovú dĺžku 254 nm. Súčasťou práce je tiež systematický prehľad vybraných bežne konzumovaných nápojov s obsahom kofeínu, zakúpených v obchodnej sieti, ktoré boli pripravené a analyzované v našom laboratóriu. Vzorky čajov, káv a iných nápojov boli kategorizované podľa viacerých kritérií, ako napríklad druh nápoja, forma nápoja a množstvo kofeínu. Kofeín bol analyzovaný ako hlavná zložka všetkých vzoriek, pretože predstavuje najrozšírenejší metylxantín v týchto nápojoch a je zodpovedný za väčšinu účinkov, ktoré sa u konzumentov prejavujú. V rámci práce boli tiež diskutované benefity a riziká spojené s konzumáciou kofeínu a dôležitosť uvedomenia si množstva kofeínu v nápojoch, ktoré sa bežne konzumujú. Výsledky tejto práce slúžia ako informačný zdroj pre verejnosť, ktorá môže na základe získaných poznatkov riadiť svoju spotrebu kofeínu a minimalizovať riziká spojené s jeho nadmernou konzumáciou.

### Literatúra:

1. G. Ebrahimzadeh, R.N. Nodehi, M. Alimohammadi, M.R.R. Kahkah, A.H. Mahvi: Monitoring of caffeine concentration in infused tea, human urine, domestic wastewater and different water resources in southeast of Iran- caffeine an alternative indicator for contamination of human origin. *Journal of Environmental Management*, 283 (2021).
2. G.-H. Baek, S.-W. Yang, Ch.-I. Yun, J.-G. Lee, Y.-J. Kim: Determination of methylxanthine contents and risk characterisation for various types of tea in Korea. *Food Control*, 132 (2022).

---

## HPLC ENANTIOSEPARÁCIA S VYUŽITÍM RÔZNYCH CHIRÁLNYCH SELEKTOROV

**Bc. Martina Lukáčová**

*Školiteľ: doc. RNDr. Taťána Gondová, CSc.*

*Katedra analytickej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11,  
041 54 Košice*

Nootropné látky stimulujú činnosť mozgu a dokážu zlepšiť kognitívne schopnosti, ako sú pamäť, pozornosť a koncentrácia. Cieľom práce bolo štúdium a optimalizácia podmienok chirálnej separácie biologicky aktívneho analytu metódou HPLC. Enantioseparácie sa uskutočnili na troch rôznych chirálnych stacionárnych fázach, s derivatizovaným cyklofruktánom 7 (Larihc CF7-DMP), s makrocyclickým glykopeptidom teikoplanínom (Chirobiotic T) a s imobilizovaným derivátom amylozy (Lux i-Amylose-1). Najlepšie výsledky chirálnej separácie boli dosiahnuté na kolónach Chirobiotic T a Lux i-Amylose-1 v polárnom organickom móde.

**Kľúčové slová:** chirálna separácia, chirálne stacionárne fázy, HPLC

---

## SKÚMANIE VPLYVU ZLOŽENIA ZMESI CHEMICKÝCH ROZPÚŠŤADIEL NA KVALITU A STABILITU DISPERZNÉHO STAVU V METÓDE DLLME

**Bc. Michaela Ovšonková**

*Školiteľ: prof. Mgr. Vasil' Andruch DSc.*

*Konzultant: Serhii Zaruba PhD.*

*Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Prírodovedecká fakulta, Katedra analytickej chémie, Ústav chemických vied, Šrobárova 2, 041 54 Košice*

DLLME je metóda mikroextrakcie, patriaca do zelených analytických metód, ktorá slúži na extrakciu analytu z vodnej vzorky. Je založená na disperzii extrakčného činidla pomocou chemického, alebo mechanického dispergovania. Extrakčným činidlom v našej práci bol toluén. Boli skúmané zmesi toluénu s metanol, etanol a acetonitril v pomeroch 1:1, 1:2, 1:5, 1:10, 1:25, 1:50 a 1:100. Skúmali sme aj možnosť mechanického dispergovania pôsobením vzduchu, vortexu a ultrazvuku. Účinnosť disperzie rôznych prístupov sa hodnotila porovnaním zákalu a stability získaných toluénových emulzií vo vode. Zistilo sa, že najúčinnější disperzia toluénu vo vode sa dosiahne pri pomere extrakčné činidlo:disperzné rozpúšťadlo v rozsahu pomerov 1:25–1:50 pre všetky typy disperzných rozpúšťadiel. V prípade mechanickej disperzie bolo najúčinnější použitie ultrazvukového kúpeľa počas 5 minút.

Kľúčové slová: DLLME, disperzia, ultrazvuk, vortex, toluén.



---

**SKÚMANIE EXTRAČNÝCH VLASTNOSTÍ SORBENTOV NA BÁZE  
NANOŠTRUKTÚR PRE ICH POTENCIÁLNE VYUŽITIE V ANALYTICKEJ CHÉMII**

**Bc. Patrícia Karvanská**

*Školiteľ: RNDr. Rastislav Serbin, Phd.*

*Katedra analytickej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova  
11 040 04 Košice*

Cieľom tejto diplomovej práce bolo štúdium extrakčných vlastností sorbentov na báze nanoštruktúr, ktoré boli vyrobené v SAV. Primárne sme sa zamerali na päť nanomateriálov oxidu titaničitého s rozdielnou koncentráciou izopropoxidu titaničitého (TTIP) (5%, 10%, 20%, 30%, 40%) a jednému komerčnému nanomateriálu, ktorý bol vyrobený firmou Sigma Aldrich. K jednotlivým nanomateriálom sme pridávali rôzne rozpúšťadlá, štandardné roztoky a porovnávali sme ich extrakčné vlastnosti porovnávaním percentuálnych poklesov plôch pod píkmami. Predpokladom bola dobrá absorpcia polárnych látok a veľmi nízka absorpcia nepolárnych látok. Prvé merania nám však ukázali aj veľmi dobrú absorpciu nepolárnych látok. Túto odchýlku oproti predpokladu zapríčinila fotokatalytická aktivita nanomateriálu. V ďalších meraniach sme vialky obalili alobalom, aby sme predišli fotokatalytickej aktivite nanomateriálu a porovnali tak ich extrakčné schopnosti. Vo vialkách obalených alobalom sa tak plocha pod píkom rozpúšťadla znížila podstatne menej ako pri meraniach bez alobalu. Navzájom sme porovnávali aj merania, kde sme ako rozpúšťadlo použili roztok aromatických rozpúšťadiel a roztok nearomatických rozpúšťadiel. Naše nanomateriály a komerčný nanomateriál sme porovnávali aj so sorpčnými materiálmi používanými v Hasičskom a záchrannom zbore SR.

**Kľúčové slová:** nanomateriály, sorbent, extrakčné vlastnosti, plynová chromatografia

## ANORGANICKÁ CHÉMIA

Súťažiaci
<p><b>Bc. Lenka Auxtová, 2ACHm</b> Komplexy derivátov pyridínkarboxylových kyselín ved. učiteľ: Mgr. Michaela Rendošová, PhD.</p>
<p><b>Bc. Michaela Benediková, 2ACHm</b> Iónové a neutrálne komplexy paládia s 5-nitro-8-hydroxychinolínom. ved. učiteľ: doc. RNDr. Ivan Potočný, PhD.</p>
<p><b>Bc. Andrea Koščiková, 2ACHm</b> Vplyv protiiónu na tvar komplexného katiónu <math>[\text{Ni}(\text{Him})_6]^{2+}</math> ved. učiteľ: prof. RNDr. Juraj Černák DrSc., RNDr. Lenka Krešáková</p>
<p><b>Bc. Natália Kuncová, 2ACHm</b> Iónové komplexné zlúčeniny zinku s 5,7-dinitroderivátom 8-hydroxychinolínu ved. učiteľ: doc. RNDr. Ivan Potočný, PhD.</p>
<p><b>Bc. Alexandra Migasová, 2ACHm</b> Histidínom povrchovo modifikovaný mikropórovitý materiál UiO-66 ako nosič liečiva ved. učiteľ: doc. RNDr. Miroslav Almáši, PhD.</p>
<p><b>Bc. Kateryna Nemesh, 2ACHm</b> Heteroleptické komplexy Ni(II) na báze chlórbenzoátového ligandu. ved. učiteľ: prof. RNDr. Juraj Černák CSc.</p>
<p><b>Bc. Klaudia Šimanová, 2ACHm</b> Šúdium adsorpcie oxidu uhličitého a vodíka na povrchovo modifikovanom materiáli hkust-1 s diamínom a triamínom ved. učiteľ: Doc. RNDr. Miroslav Almáši PhD.</p>
<p><b>Bc. Marek Szabó Dózsa, 1ACHm</b> Heteroleptické komplexy Co(II) na báze Schiffových báz ved. učiteľ: prof. RNDr. Juraj Černák, DrSc.</p>
<p><b>Bc. Adrián Tamáš, 2ACHm</b> Koordinačné zlúčeniny idia s vybranými pyridínkarboxylovými kyselinami a ich biologický účinok ved. učiteľ: doc. RNDr. Zuzana Vargová Ph.D.</p>
<p><b>Bc. Nikola Vargová, 2ACHm</b> Syntéza MOF materiálov s objemnými tetra/oktatopickými ligandami a ich charakterizácia ved. učiteľ: doc. RNDr. Miroslav Almáši, PhD.</p>

### Sarah Krupšová

Vplyv hydrotermálnej a termickej aktivácie celulózo-amínových pórovitých materiálov pre záchyt oxidu uhličitého

Evanjelické gymnázium Jána Amosa Komenského, Škultétyho 10, 040 01 Košice

---

**KOORDINAČNÉ ZLÚČENINY INDIA S VYBRANÝMI PYRIDÍN-KARBOXYLOVÝMI  
KYSELINAMI A ICH BIOLOGICKÝ ÚČINOK**

**Bc. Adrián Tamáš**

*Školiteľ: doc. RNDr. Zuzana Vargová Ph.D.*

*Katedra anorganickej chémie, Ústav chemických vied PF UPJŠ,*

*Moyzesova 11, 041 54 Košice*

Indium sa v súčasnosti používa v množstve technologických aplikácií, ako integrované obvody, optoelektronické zariadenia, optické vlákna, pri povrchových úpravách, prípadne pri príprave zliatin. Okrem toho, sa v medicíne využíva v rádiológii ako súčasť kontrastných látok. V poslednom období sa výskum v oblasti india zameriava aj na prípravu jeho zlúčenín s potenciálnym protirakovinovým alebo antimikrobiálnym účinkom. Na základe toho, bolo predmetom ŠVK práce spracovať dostupné literárne údaje o rôznych formách india so zameraním na ich ďalšie využitie v oblasti medicíny a tiež spracovať informácie o spôsobe koordinácie vybraných ligandov na centrálny atóm india. V experimentálnej časti práce bolo cieľom navrhnúť podmienky kryštalizácie inditých komplexov s vybranými pyridínkarboxylovými kyselinami a následne vzniknuté produkty syntéz charakterizovať dostupnými fyzikálno-chemickými metódami. Ďalším cieľom práce bolo sledovať tvorbu komplexných častíc v systéme indium – pyridínkarboxylová kyselina (pikolínová, dipikolínová) a zároveň potvrdiť stabilitu pripravených komplexných zlúčenín india v testovacom médiu pre biologickú aktivitu. Na záver práce boli uskutočnené biologické testovania v spolupráci s Ústavom biochémie a mikrobiológie STU v Bratislave, ako aj s Ústavom farmakológie LF UPJŠ v Košiciach a výsledky týchto testovaní sú uvedené v závere ŠVK práce.

---

**HISTIDÍNOM POVRCHOVO MODIFIKOVANÝ MIKROPÓROVITÝ MATERIÁL UiO-66 AKO NOSIČ LIEČIVA**

**Alexandra Migasová**

*Školiteľ: doc. RNDr. Miroslav Almáši, PhD.*

*Konzultant: Mgr. Ľuboš Zauška*

*Katedra anorganickej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11, 041 54  
Košice*

V posledných rokoch je veľká pozornosť venovaná mikro- a mezopórovitým zlúčeninám a ich aplikácii v oblasti cieleného transportu liečiv zahrňujúc liečbu rakoviny. Tieto materiály sú schopné zvýšiť bezpečnosť podávaných liečiv, zlepšiť farmakokinetické profily liečiv a ich biologickú aktivitu.<sup>1</sup> Metallo-organické siete (MOF) sú poprednými kandidátmi na nosiče liečiv určených pre cielený transport z dôvodu ich veľkého povrchu a pórovitej štruktúry. Vďaka možnosti ich povrchovej modifikácie je možné navrhnúť ich kľúčové fyzikálno-chemické vlastnosti. Medzi ďalšie výhody týchto nanomateriálov patrí vysoká biokompatibilita, nízka cytotoxicita, kinetická a termodynamická stabilita a stabilita vo fyziologickom prostredí.<sup>2</sup>

Cieľom predkladanej práce bola syntéza mikropórovitého materiálu typu MOF, konkrétne UiO-66-NH<sub>2</sub> s jeho post-syntetickou modifikáciou voľných -NH<sub>2</sub> skupín molekulami histidínu. Následne bol do pripravených materiálov uzatvorený 5-fluorouracil ako protinádorové liečivo. Všetky pripravené vzorky boli ocharakterizované dostupnými fyzikálno-chemickými metódami a taktiež boli študované ich vlastnosti so zameraním sa na proces uvoľňovania liečiva a biologickú aktivitu. Uvoľňovanie liečiva bolo realizované v troch rôznych hodnotách pH, ktoré simulovali prostredie žalúdočnej kyseliny (pH = 2,05), fyziologické prostredie nádorových buniek (pH = 5,5) a intravenózneho prostredia (pH = 7,4). Z výsledných dát bolo zistené, že v kyslom a mierne kyslom prostredí s hodnotou pH = 2,05 sa uvoľnilo 67,67 % (33,79 mg/g) a v prostredí s hodnotou pH = 5,5 sa uvoľnilo 71,40 % (35,66 mg/g) pre nemodifikovaný materiál. Pre modifikovaný materiál boli dosiahnuté hodnoty 83,54 % (24,21 mg/g) v simulovanom prostredí žalúdočnej kyseliny a v simulovanom prostredí nádorových buniek boli získané hodnoty 87,79 % (25,44 mg/g). V prostredí s hodnotou pH = 7,4 bol pozorovaný opačný trend a teda väčšie množstvo liečiva v kratšom čase bolo uvoľnené z nemodifikovaného materiálu 81,42 % (40,66 mg/g) ako z modifikovaných častíc UiO-66-His (75,94 % (22,01 mg/g)).

**Literatúra:**

1. P. Kumari, B. Ghosh, S. Biswas: Journal of Drug Targeting 24 (2016) 179-191
2. H. Bunzen: ChemNanoMat 7 (2021) 998-1007

VPLYV PROTIÓNU NA TVAR KOMPLEXNÉHO KATIÓNU  $[\text{Ni}(\text{HIM})_6]^{2+}$

Autor<sup>1</sup> Bc. Andrea Koščiková

Školiteľ<sup>1</sup>: prof. RNDr. Juraj Černák DrSc., RNDr. Lenka Krešáková

Adresa<sup>1</sup> Katedra anorganickej chémie, Ústav chemických vied, Moyzesova 11, 040 01 Košice

V rámci tejto práce sa opísali magneticky aktívne komplexy Ni(II) s imidazolom (Him) ako *N*-donorovým ligandom. Výsledkom experimentálneho štúdia bola izolácia štyroch dobre definovaných produktov, konkrétne  $[\text{Ni}(\text{Him})_6](\text{CO}_3) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (**1**),  $[\text{Ni}(\text{Him})_6](\text{ac})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (*ac* = acetáto) (**2**),  $[\text{Ni}(\text{Him})_6](\text{NO}_3)_2$  (**3**) a  $[\text{Ni}(\text{Him})_6]\text{SiF}_6$  (**4**), ktoré boli identifikované pomocou CHN analýzy, infračervenej spektroskopie a rtg. práškovej difrakčnej analýzy. Komplexné zlúčeniny sa podarilo pripraviť v podobe monokryštálov a boli vyriešené ich kryštálové štruktúry. Koordinačné zlúčeniny  $[\text{Ni}(\text{Him})_6](\text{CO}_3) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (**1**) a  $[\text{Ni}(\text{Him})_6](\text{NO}_3)_2$  (**3**) už boli v literatúre opísané [1,2], kým komplexy  $[\text{Ni}(\text{Him})_6](\text{ac})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (**2**) a  $[\text{Ni}(\text{Him})_6]\text{SiF}_6$  (**4**) sú nové. Všetky štyri zlúčeniny majú iónové kryštálové štruktúry tvorené komplexným katiónom  $[\text{Ni}(\text{Him})_6]^{2+}$  a príslušným aniónom; štruktúry **1** a **2** obsahujú aj kryštálové molekuly vody. Študovaný bol vplyv rôznych protiónov na tvar koordinačného polyédra Ni(II).

**Literatúra:**

- [1] GONG Y. – HU CH. – LI H. – PAN W. – NIU X. – PU Z. 2005. Synthesis and crystal structure of two novel nickel (imidazole) complexes having hydrogen-bonded networks. In *J.Mol.Struct.* 2005, vol. 740, no. 1-3, p. 153-158.
- [2] WU B.-D. – WANG S.-W. – YANG L. – ZHANG T.-L. – ZHANG J.-G. – ZHOU Z.-N. 2011. Preparation, Crystal Structure, and Thermal Decomposition of Two Novel Energetic Compounds  $[\text{Ni}(\text{IMI})_6](\text{L})_2$  (*L* =  $\text{ClO}_4^-$  and  $\text{NO}_3^-$ ) and one Carbonate Compound  $[\text{Ni}(\text{IMI})_6](\text{CO}_3) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (*IMI* = Imidazole). In *Z.Anorg.Allg.Chem.* 2011, vol. 637, no. 14-15, p. 2252-2259.

## HETEROLEPTICKÉ KOMPLEXY NI(II) NA BÁZE CHLORBENZOÁTO LIGANDA

**Bc. Kateryna Nemesh**

*Školiteľ: prof. RNDr. Juraj Černák, DrSc.; konzultant: RNDr. Lenka Krešáková*

*Katedra anorganickej chémie, Ústav chemických vied,  
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Moyzesova 11, 041 54 Košice  
Slovenská republika*

V teoretickej časti práce je opísaná koordinačná chémia komplexov Ni(II). Na základe údajov z Cambridgeskej kryštalografickej databázy je popísaná kryštalochémia komplexov Ni(II) na báze 4-chlórbenzoáto liganda a N,N'-donorových chelátových ligandov, 2,2'-bipyridínu a jeho derivátov. V rámci experimentálnej časti práce boli skúmané možnosti prípravy komplexov Ni(II) s uvedenými ligandmi za rôznych experimentálnych podmienok, pričom ako východiskové soli bol použitý síran nikelnatý. Tuhé látky zloženia  $[\text{Ni}(\text{dmbpy})(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , ktorá už bola opísaná v literatúre [Suarez, 2013], a nová zlúčenina  $[\text{Ni}(\text{dpys})(4\text{-ClBz})_2]$  boli charakterizované pomocou elementárnej analýzy a infračervenej spektroskopie. Ich kryštalové štruktúry boli objasnené pomocou metódy rtg. monokryštálovej štruktúrnej analýzy.

### Literatúra:

1. Suarez S. et al. Tetraaqua (4, 4'-dimethyl-2, 2'-bipyridine- $\kappa^2\text{N}, \text{N}'$ ) nickel (II) sulfate monohydrate: a simple molecule with an extremely complex hydrogen-bonding scheme //Acta Crystallographica Section C: Crystal Structure Communications. – 2013. – T. 69. – №. 4. – C. 351-355.

## ŠTÚDIUM ADSORPCIE OXIDU UHLIČITÉHO A VODÍKA NA POVRCHOVO MODIFIKOVANOM MATERIÁLI HKUST-1 S DIAMÍNOM A TRIAMÍNOM

**Bc. Klaudia Simanová**

*Školiteľ: Doc. RNDr. Miroslav Almáši PhD.*

*Katedra anorganickej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova  
11, 041 54 Košice*

Skleníkové plyny vznikajúce procesmi spaľovania sa stávajú celosvetovým problémom. Globálne otepľovanie spôsobené týmito plynmi môže viesť k vlnám horúčav, záplavám, suchám, zničeniu celých ekosystémov, ako aj k hospodárskym problémom. Najrozšírenejším skleníkovým plynom je oxid uhličitý. Jeho emisie vznikajú pri spaľovaní fosílnych palív v automobiloch. Fosílna palivá sú prevládajúcim zdrojom energie po celom svete. Zachytávanie CO<sub>2</sub> je tak riešením, ako pokračovať v ich používaní a zároveň minimalizovať emisie CO<sub>2</sub>. Na zachytávanie CO<sub>2</sub> je možné využiť adsorpčné procesy, ktorých výhodou je jednoduchá regenerácia adsorpčného materiálu. V minulosti sa navrhlo sa aj zachytávanie CO<sub>2</sub> spojené s výrobou vodíka, keďže H<sub>2</sub> je jedným z obnoviteľných a čistých zdrojov energie a taktiež nástupcom ropných palív. Skladovanie vodíka v pevných materiáloch sa intenzívne skúmalo práve kvôli aplikácií vo vodíkových palivových článkoch. Nedávno vyvinutá nová trieda poréznych kovovo-organických sietí, sa rýchlo stáva sľubnými materiálmi pre aplikácie skladovania plynu vďaka svojmu výnimočne veľkému povrchu s upraviteľnou veľkosťou pórov a objemom [1-3].

Cieľom predkladanej práce bolo zvýšiť adsorpčnú kapacitu oxidu uhličitého a vodíka v HKUST-1 využitím postsyntetickej modifikácie pomocou amínov s rôznym počtom amínových skupín. Amíny majú všeobecne vysokú afinitu k oxidu uhličitému a sú dnes využívané v kvapalnej forme. To však prináša mnoho nevýhod, ktoré by mohla vyriešiť práve adsorpcia CO<sub>2</sub> na pevnom adsorbente obsahujúcom aminoskupiny.

### **Literatúra:**

1. M. Anbia – V. Hoseini – S. Sheykhi: J. Ind. Eng. Chem. 18 (2020) 1149.
2. R. Ben-Mansour, N. A.A. Qasem, Energy Conversion and Management 156 (2018) 10-24.
3. M. Konni - A. S. Dadhich - S. B. Mukkamala, Surfaces and Interfaces 21 (2020) 100672.

## KOMPLEXY DERIVÁTOV PYRIDÍNOKARBOXYLOVÝCH KYSELÍN

**Bc. Lenka Auxtová**

*Školiteľ: Mgr. Michaela Rendošová, PhD.*

*Katedra anorganickej chémie, Ústav chemických vied PF UPJŠ,*

*Moyzesova 11, 041 54 Košice*

Cieľom práce bolo pripraviť komplexné zlúčeniny s derivátmi kyseliny pikolínovej, ktoré majú potenciál vykazovať antimikrobiálne a protirakovinové vlastnosti, pripravené komplexné zlúčeniny charakterizovať v tuhej fáze, spraviť štúdie stability komplexov a štúdie tvorby komplexných častíc v roztoku v závislosti na pH. Práca sa skladá z teoretickej a experimentálnej časti. V teoretickej časti sme sa zamerali na literárnu rešerš o kyseline pikolínovej a jej vybraných derivátoch. V experimentálnej časti sme zhrnuli postupy prípravy pripravených 4 komplexných zlúčenín striebra a zinku s kyselinou 3-metylpikolínovou, kyselinou 6-hydroxypikolínovou a ich fyzikálno-chemickú charakterizáciu, ktorú sme rozdelili do dvoch častí. Prvou časťou sú štúdie v tuhej fáze, ktoré zahŕňali infračervenú spektroskopiu, elementárnu analýzu a RTG difrakciu. Ďalej sme sa zaoberali štúdiom stability vybraných pripravených komplexov v 1 % roztoku DMSO pomocou  $^1\text{H}$  NMR spektroskopie. V závere experimentálnej časti práce sú vyhodnotené roztokové štúdie, ktoré boli zamerané na štúdium tvorby komplexných častíc v roztoku v závislosti na pH, pričom sme realizovali potenciometrické titrácie kyseliny 3-metylpikolínovej a kyseliny 6-hydroxypikolínovej a distribúcie ich komplexných častíc v roztoku so  $\text{Zn}^{2+}$ . Doplnkovou metódou roztokových štúdií bola  $^1\text{H}$  NMR spektroskopia, ktorou sme potvrdili koordináciu 3-metylpikolináto ligandu so  $\text{Zn}^{2+}$  vo vodnom prostredí.



**IÓNOVÉ A NEUTRÁLNE KOMPLEXY PALÁDIA S  
5-NITRO-8-HYDROXYCHINOLÍNOM**

**Bc. Michaela Benediková**

*Školiteľ: doc. RNDr. Ivan Potočný PhD.*

*Katedra anorganickej chémie, Ústav chemických vied,  
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Moyzesova 11, 041 54 Košice  
Slovenská republika*

Prezentovaná práca je zameraná na prípravu paládnatých komplexných zlúčenín s 5-nitro-8-hydroxychinolínom (HNQ). V teoretickej časti sú opísané vlastnosti opublikovaných komplexných zlúčenín, ktoré by približne odpovedali nami požadovanému zloženiu,  $A[M(XQ)_n]$ , kde  $n = 1 - 4$ ,  $A$  = alkalický kov,  $M$  = centrálny atóm kovu a  $XQ$  odpovedá derivátom 8-hydroxychinolínu. V experimentálnej časti sa opisuje, ako zmena reakčných podmienok viedla k príprave troch odlišných komplexov, dvoch iónových  $Na[PdCl_2(NQ)]$  a  $NH_2(CH_3)_2[PdCl_2(NQ)]$  a jedného neutrálneho komplexu  $[PdCl(NH(CH_3)_2)(NQ)]$ . Všetky tri komplexy boli analyzované pomocou IČ spektroskopie, elementárnej analýzy a RTG monokryštálovej štruktúrnej analýzy, ktorá ukázala, že všetky komplexy sú štvorcovo-planárne, v ktorých je na atóm paládia bidentátne chelátovo viazaný ligand  $NQ$  cez atómy dusíka a kyslíka. Zvyšné dve koordinačné miesta v iónových komplexoch obsadzujú dva chlorido ligandy, zatiaľ čo v neutrálnom komplexe je to jeden chlorido ligand a molekula dimetylamínu.

---

## IÓNOVÉ KOMPLEXNÉ ZLÚČENINY ZINKU S 5,7-DINITRODERIVÁTOM 8-HYDROXYCHINOLÍNU

**Bc. Natália Kuncová**

*Školiteľ: doc. RNDr. Ivan Potočný, PhD.*

*Katedra anorganickej chémie, Ústav chemických vied PF UPJŠ,*

*Moyzesova 11, 04154 Košice*

Predmetom tejto práce je štúdium a následná príprava komplexov Zn(II) s dinitroderivátom 8-hydroxychinolínu s biologickou aktivitou. V teoretickej časti sa najprv venujeme 8-hydroxychinolínu a jeho derivátom z hľadiska ich biologickej aktivity. Taktiež v teoretickej časti diskutujeme biologickú aktivitu komplexov viacerých kovov s rôznymi derivátmi 8-hydroxychinolínu voči študovaným bunkovým líniam. V experimentálnej časti sme sa zamerali na prípravu zinočnatých komplexných zlúčenín s 5,7-dinitroderivátom 8-hydroxychinolínu (HdNQ), kde sme študovali vplyv rôznych zinočnatých solí, rozpúšťadiel a prítomnosti báz (KOH a NaOH) na priebeh syntéz aj na výsledný produkt. V rámci experimentálnej časti sa nám podarilo pripraviť šesť nových komplexných zlúčenín, ktoré sme charakterizovali pomocou infračervenej spektroskopie, CHN elementárnej analýzy a v prípade troch kryštalických produktov aj pomocou monokryštálovej RTG štruktúrnej analýzy.

## SYNTÉZA MOF MATERIÁLOV S OBJEMNÝMI TETRA/OKTATOPICKÝMI LIGANDAMI A ICH CHARAKTERIZÁCIA

Bc. Nikola Vargová<sup>1</sup>

Školiteľ: doc. RNDr. Miroslav Almáši, PhD.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra anorganickej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesová 11, 041 54

Predkladaná práca sa zaoberá pórovitými materiálmi typu MOF (metal-organic frameworks), ktoré je možné opísať ako koordinačné polyméry, respektíve koordinačné siete. Sú zložené z iónov kovov/kovových klastrov a organických ligandov, z čoho je zrejmé, že sa jedná o kombináciu anorganickej a organickej chémie [1]. Vďaka ich výnimočným vlastnostiam ako sú pórovitosť, veľký špecifický povrch a variabilná veľkosť pórov sú široko využiteľné v rôznych oblastiach [2].

V teoretickej časti sme sa zamerali na rešerš odbornej literatúry, ktorá sa týka týchto kovovo-organických sietí, hlavne so zameraním na ich stavebné jednotky a aplikačné oblasti, predovšetkým zachytávanie plynov a heterogénna katalýza.

Cieľom experimentálnej časti bola syntéza dvoch tetraedrických polytopických karboxylátových kyselín metántetrayltetrakis(benzén-4,1-diyl)tetrakis(aza)tetrakis(metán-1-yl-1-ylidén)tetrabenzoovej (**H<sub>4</sub>MTA**) a metántetrayltetrakis(benzén-4,1-diyl)tetrakis(aza)tetrakis(metán-1-yl-1-ylidén)tetraizoftálovej (**H<sub>8</sub>MOA**) obsahujúcich metántetrafenylové jadro, ktoré boli neskôr využité pri syntéze samotných koordinačných sietí. Zároveň sme sa venovali charakterizácii pripravených materiálov dostupnými fyzikálno-chemickými metódami a štúdiu adsorpcie CO<sub>2</sub> a Ar týmito materiálmi.

### Literatúra:

1. S. A. A. Razavi, A. Morsali: Coord. Chem. Rev. (2019), 399.
2. J. Long, J. Y. R. Seow, W. S. Skinner, Z. U. Wang, H-L. Jiang: Mater. Today. (2019), 27.

---

## HETEROLEPTICKÉ KOMPLEXY CO(II) NA BÁZE SCHIFFOVÝCH BÁZ

**Bc. Marek Szabó Dózsa**

*Školiteľ: prof. RNDr. Juraj Černák, DrSc.*

*Katedra anorganickej chémie, Ústav chemických vied,  
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Moyzesova 11, 041 54 Košice  
Slovenská republika*

Cieľom tejto práce bola príprava koordinačných zlúčenín kobaltu so Schiffovými bázami [1,2] v kombinácii s jednoduchými N,N-donorovými bidentátnymi ligandmi. Pri syntéze Schiffových báz sa použili ako východiskové látky salicyladehyd, 2-hydroxynaftalén-1-karbaldehyd, o-vanilín a 2-amino-4-metylfenol. Na prípravu koordinačných zlúčenín sa použili nasledujúce zlúčeniny: tetrahydrát octanu kobaltnatého, pripravené Schiffove bázy a N,N-donorové chelátové ligandy ako 1,10-fenantrolín, neokuproín a 2,2'-bipyridín. Vzniknuté tuhé produkty práškoveho alebo kryštalického charakteru sa charakterizovali pomocou infračervenej spektroskopie, elementárnej analýzy a monokryštálovej röntgenovej štruktúrnej analýzy.

### **Pod'akovanie**

Za odbornú pomoc a vedenie ďakujem prof. RNDr. Jurajovi Černákovi, DrSc. a Mgr. Richardovi Smolkovi.

### **Literatúra:**

- [1] LIU, H., et al: *Synthesis and reactivity in Inorganic, Metal-Organic, and Nano-Metal Chemistry*, **2015**, 45, 127-132  
[2] JIANG, J., et al: *Inorganic Chemistry Communications*, **2021**, 127, 108350

## ORGANICKÁ CHÉMIA

Súťažiaci
<b>Bc. Botond Bolgár, 2OCHm</b> Syntéza derivátov 2-aminoakridónu ved. učiteľ: doc. RNDr. Ladislav Janovec, PhD.
<b>Bc. Kristína Bubláková, 2OCHm</b> Využitie kaskádového Overmanovho prešmyku v syntéze analógov sfingoidných báz ved. učiteľ: RNDr. Simona Fazekašová, PhD.
<b>Bc. Tomáš Ján Liška, 2OCHm</b> <i>N</i> -acylhydrazóny ako biologicky aktívne látky a gelátory ved. učiteľ: RNDr. Ján Elečko, PhD.
<b>Bc. Peter Michalčín, 2OCHm</b> Nové glukofuranóзовé deriváty ako potenciálne organokatalyzátory ved. učiteľ: RNDr. Monika Tvrdoňová, PhD.
<b>Bc. Tibor Mórocz, 2OCHm</b> Syntéza stereoizomérnych 3,4-diamino-3,4-dideoxyfyto-sfingozínov s potenciálnou protirakovinovou aktivitou ved. učiteľ: RNDr. Jana Špaková Raschmanová, PhD. Konzultant: doc. RNDr. Miroslava Martinková, PhD.
<b>Bc. Gabriela Ondrejkočíková, 2OCHm</b> Stereoselektívna syntéza a cytotoxická aktivita nových aminotriolov izofyto-sfingozínového typu ved. učiteľ: RNDr. Kristína Vargová Konzultant: doc. RNDr. Miroslava Martinková, PhD.
<b>Yuliia Zuzak, 3CHb</b> Syntéza pyrolidínových derivátov s tetrasubstituovaným stereogénnym centrom ved. učiteľ: RNDr. Monika Tvrdoňová, PhD.

## SYNTÉZA DERIVÁTOV 2-AMINOAKRIDÓNU

Botond Bolgár<sup>1</sup>

Školiteľ<sup>1</sup>: doc. RNDr. Ladislav Janovec, PhD.

<sup>1</sup>Katedra organickej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ,  
Moyzesova 11, 041 54 Košice

Akridónové alkaloidy sú biogénne *N*-heterocyklické zlúčeniny so širokou škálou biologických a farmakologických účinkov. Naším cieľom bolo vyvinúť metódu prípravy akridónových zlúčenín derivatizovaných alifatickými amínmi (**6a–g**). Prvým krokom bola príprava 2-aminoakridín-9(10*H*)-ónu (**4**) cyklizáciou kyseliny *N*-fenylantranilovej (**3**). Ďalším krokom bolo štúdium syntézy 4-chlór-*N*-(9-oxo-9,10-dihydroakridín-2-yl)butánamidu (**5**). Finálny krok bol vývoj syntézy a príprava 4-(alkylamino)-*N*-(9-oxo-9,10-dihydroakridín-2-yl)butánamidov (**6a–g**). Pripravené deriváty 2-aminoakridónu (**6a–g**) budú následne skúmané v rámci ich biologických aktivít na molekulárnej a bunkovej úrovni.

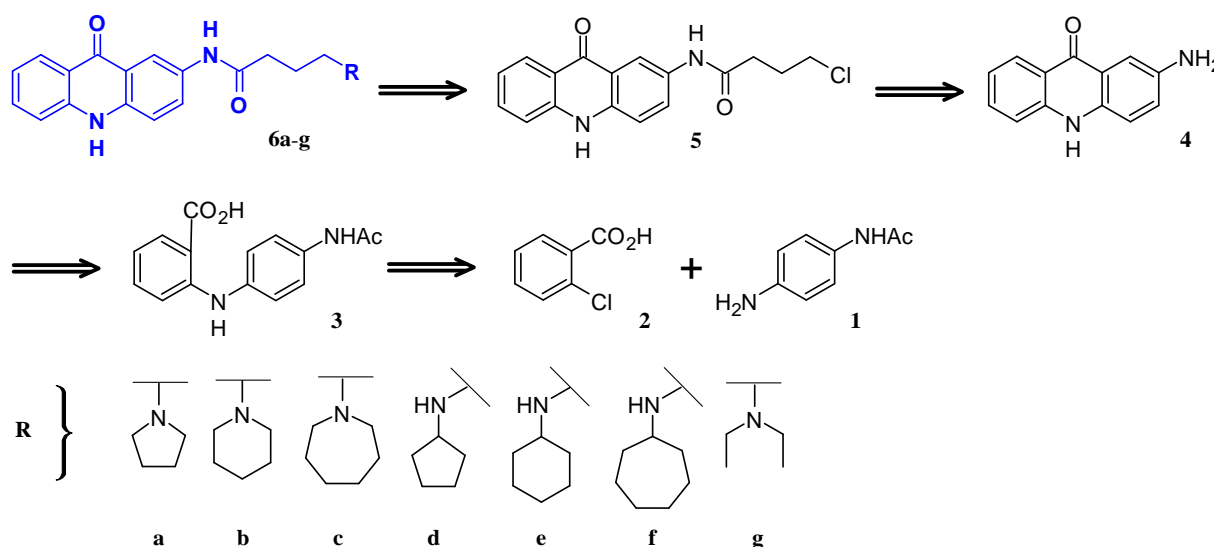


Schéma 1. Retrosyntéza 4-(alkylamino)-*N*-(9-oxo-9,10-dihydroakridín-2-yl)butánamidov (**6a–g**).

### Literatúra:

1. M. Gensicka-Kowalewska, G. Cholewiński, K. Dzierzbicka: RSC Adv. 7 (2017) 15776 – 15804.

## STEREOSELEKTÍVNA SYNTÉZA A CYTOTOXICKÁ AKTIVITA NOVÝCH AMINOTRIOLOV IZOFYTOSFINGOZÍNOVÉHO TYPU

Bc. Gabriela Ondrejkočová

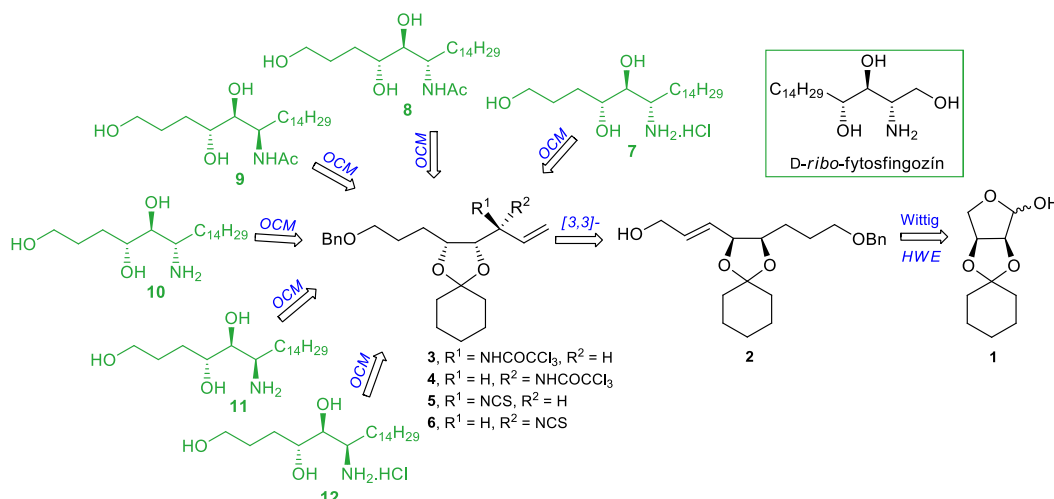
Školiteľ: RNDr. Kristína Vargová

Konzultant: doc. RNDr. Miroslava Martinková, PhD.

Katedra organickej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11, Košice, 041 54

D-*ribo*-Fytosfingozín (Obr. 1) patrí medzi sfingoidné bázy, bohato zastúpené v prírode.<sup>1</sup> Prvý krát bol izolovaný v roku 1911 z muchotrávky červenej (*Amanita muscaria*), a preto bol aj určitý čas považovaný výsostne za produkt rastlinnej ríše a húb. Neskôr sa však potvrdilo, že je prítomný naprieč celým spektrom živých organizmov, vrátane človeka.<sup>1</sup> V kvasinkách reprezentuje tzv. „heat-stress“ signalizačnú molekulu,<sup>1</sup> v ľudskom tele je prítomný vo forme fytoceramidov v lipidovom matrici epidermisu, ktorý zabezpečuje prirodzenú ochranu kože pred nadmerným únikom vody.<sup>2</sup> Okrem toho bolo preukázané, že je schopný ovplyvniť životaschopnosť viacerých typov nádorových buniek.<sup>1</sup>

Cieľom predkladanej práce je stereoselektívna príprava nových aminotriolov izofytosfingozínového typu (látky 7-12), ktoré vykazujú schopnosť inhibovať proliferáciu rakovinových bunkových línii. Vypracovaný zámer využil atribúty *chiral pool* stratégie s L-erytrofuranózou **1** ako východiskovým chirónom. Kľúčovými krokmi vypracovaného prístupu sú [3,3]-sigmatropné prešmyky pre inkorporovanie novej C-N väzby a OCM reakcia, realizovaná v neskoršom štádiu syntézy, prostredníctvom ktorej je možné zaviesť lipofilný reťazec a ktorá dovoľuje kreovanie ďalších analógov.



Obr. 1. Retrosyntéza vedúca k aminotriolom izofytosfingozínového typu 7-12.

### Literatúra:

- Howell, A. R.; Ndakala, A. J. *Curr. Org. Chem.* **2002**, *6*, 365–391.
- Školová, B.; Kováčik, A.; Tesař, O.; Opálka, L.; Vavrová, K. *Biochim. Biophys. Acta* **2017**, *1859*, 824–834.

## VYUŽITIE KASKÁDOVÉHO OVERMANOVHO PREŠMYKU V SYNTÉZE ANALÓGOV SFINGOIDNÝCH BÁZ

Bc. Kristína Bubláková

Školiteľ: RNDr. Simona Fazekašová

Konzultant: Doc. RNDr. Miroslava Martinková, PhD.

Katedra organickej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11, Košice 041 54

V organickej syntéze zohrávajú reakcie tvoriace nové väzby uhlík-uhlík a uhlík-heteroatóm dôležitú úlohu. Jednou z možností ako docieľiť vyššie uvedený zámer je použitie [3,3]-sigmatropných prešmykov. Pre kreovanie C-N väzieb je jedným z najpoužívanejších práve Overmanov (aza-Claisenov) prešmyk vhodne substituovaných alylrichlóracetimidátov.<sup>1</sup> Substráty pre zmienenú transformáciu sú ľahko dostupné, avšak na jeho realizáciu sú potrebné vysoké teploty a pomerne dlhé reakčné časy. Tento problém je možné elegantne eliminovať priebehom reakcie za podmienok mikrovlnného ohrevu, prípadne použitím katalyzátora.<sup>1</sup> Pre svoj zmienený atribút inkorporácie C-N väzieb do organických molekúl je Overmanov prešmyk často využívaný ako kľúčový krok pri totálnych syntézach prírodných látok a ich derivátov.<sup>2</sup>

Cieľom predkladanej práce je príprava 3,4-diaminofyfosfingozínov **2-5** ako analógov prírodného *D-ribo*-fyfosfingozínu **1**, s rôznou dĺžkou lipofilného reťazca a s možným protirakovinovým profilom. Konštrukcia uvedených štruktúr **2-5** bude vychádzať z komerčne dostupnej kyseliny *D*-izoaskorbovej (*the Chiron approach*) a využije kaskádový Overmanov prešmyk trisimidátu **8** a skríženú metatézu olefinov (OCM) ako rozhodujúce reakčné kroky (Schéma 1).

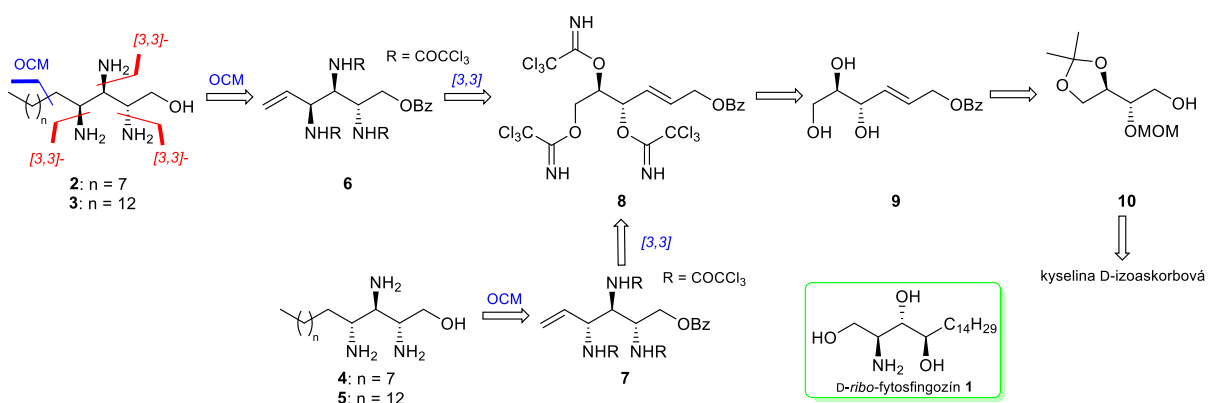


Schéma 1. Retrosyntéza prípravy 3,4-diamino-3,4-dideoxyfyfosfingozínov **2-5**.

### Literatúra:

- Overman, L. E.; Carpenter, N. E. v „*Organic Reactions*” Vol. 66, Wiley, New York, 2005, s. 1–107 a práce tam citované.
- Fernandes, R. A.; Kattanguru, P.; Gholap, S. P.; Chaudhari, D. A. *Org. Biomol. Chem.* **2017**, *15*, 2672–2710 a práce tam citované.



## NOVÉ GLUKOFURANÓZOVÉ DERIVÁTY AKO POTENCIÁLNE ORGANOKATALYZÁTORY

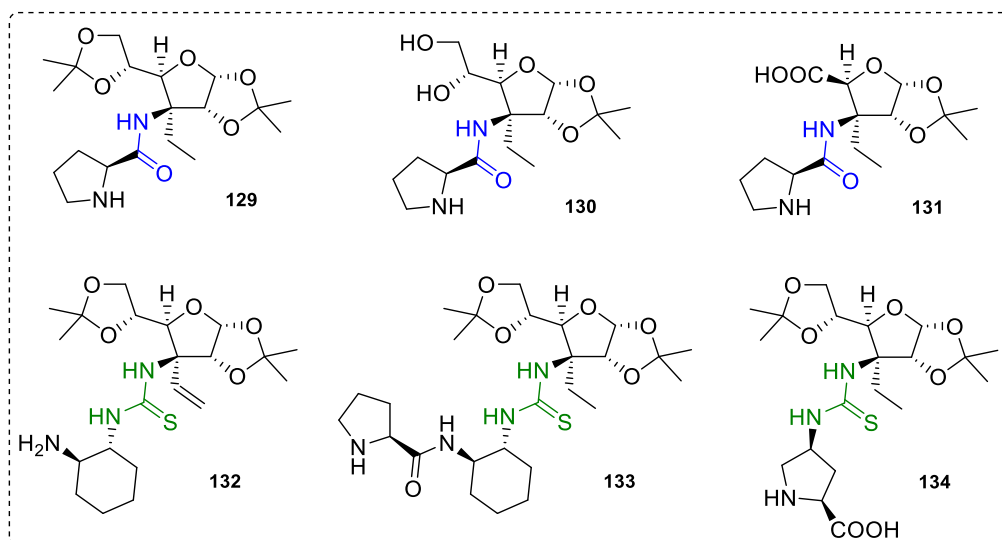
Bc. Peter Michalčín<sup>a</sup>

Školiteľ<sup>na</sup>: RNDr. Monika Tvrdoňová, PhD.

<sup>a</sup>Katedra organickej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11, 040 01 Košice

Za posledných 20 rokov sa asymetrická organokatalýza stala dôležitou syntetickou stratégiou pri zabezpečovaní požadovanej diastereoselektivity a enantioselektivity produktov.<sup>1</sup> Fundamentálnym poslaním organokatalyzátora v asymetrických reakciách je aktivácia nukleofilu alebo elektrofilu (resp. oboch) a sformovanie asymetrického prostredia pre prebehnutie reakcie v preferovanom priestorovom usporiadaní. Skrining aktivity syntetizovaných organokatalyzátorov je vykonávaný najmä v aldolových reakciách, Michaelových reakciách, Henryho reakciách, Mannichových reakciách, Mannichových reakciách, cykloadičných reakciách a iných.<sup>2</sup>

Cieľom predkladanej práce je preskúmať organokatalytickú aktivitu zlúčenín **129-134** (Obr. 1) v modelových aldolových, Michaelových, a Henryho reakciách. Ich štruktúra pozostáva z L-prolínového **13**, L-hydroxyprolínového **61**, alebo (*R,R*)-cyklohexán-1,2-diamínového (*R,R*)-**135** fragmentu a objemného modifikovaného sacharidového fragmentu, ktoré sú premostené amidickým (**129-131**) alebo tiomočovinovým linklerom (**132-134**).



Obr. 1. Štruktúry navrhovaných organokatalyzátorov **129-134**.

### Literatúra:

1. M. Babkova, R. Wilhelm: ChemistrySelect 7 (2022) e202201313.
2. BANIK, B. K. – BANERJEE, B. „Organocatalysis.“ 1. vyd., Berlin: Walter de Gruyter GmbH, 2022, ISBN 978-3-11-073753-0.

## SYNTÉZA STEREOIZOMÉRNÝCH 3,4-DIAMINO-3,4-DIDEOXYFYTOSFINGOZÍNŮV S POTENCIÁLNOU PROTIRAKOVINOVOU AKTIVITOU

Bc. Tibor Mórocz

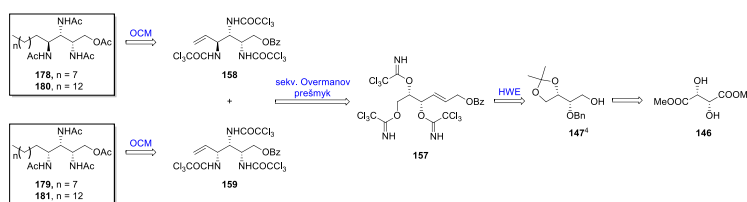
Školiteľ<sup>u</sup>: RNDr. Jana Špaková Raschmanová, PhD.  
Konzultant<sup>a</sup>: doc. RNDr. Miroslava Martinková, PhD.

<sup>a</sup>Katedra organickej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11, 040 01 Košice

Sfingolipidy predstavujú štruktúrne a funkčne rôznorodú podtriedu lipidových biomolekúl, zložených z charakteristických stavebných jednotiek reprezentovaných sfingoidnými bázami – aminoalkoholmi, ktorých variabilita spočíva v dĺžke ich lipofilného reťazca a konfigurácii stereogénnych centier tvoriacich polárnu hlavu. Funkcia sfingolipidov v organizme je rôznorodá. Sú dôležitými komponentami lipidovej dvojvrstvy eukaryotických buniek a špecifické sfingolipidy sa zasa zapájajú do bunkovej signalizácie a figurujú ako mediátori bunkovej regulácie (proliferácia, apoptóza).<sup>1</sup>

D-*ribo*-fytosfingozín, patriaci medzi najznámejšie sfingoidné bázy, je zo štruktúrneho hľadiska 2-amino-1,3,4-trihydroxyoktadekán s (2*S*,3*R*,4*R*) konfigurovanými stereogénnymi centrami. Jeho preukázateľná cytotoxická aktivita voči širokému spektru bunkových línií<sup>2,3</sup> spojená s jeho jednoduchou a jedinečnou štruktúrou podnietila vo vedeckej komunite záujem o syntézy nielen samotnej materskej molekuly, ale aj jej rôznych analógov. Väčšina vypracovaných syntetických stratégií, vrátane nami prezentovanej, preferuje chirónový prístup.

Cieľom predloženej práce bola realizácia prípravy stereoizomérnych 3,4-diamino-3,4-dideoxyfytosfingozínových analógov, vychádzajúc z chirónu **147**,<sup>4</sup> odvodeného od kys. L-vínnej, aplikujúc HWE olefináciu, kaskádový Overmanov prešmyk a skríženú metatézu alkénov (OCM) ako kľúčové syntetické operácie.



Obrázok 1 Retrosyntetická analýza prípravy 3,4-diamino-3,4-dideoxyfytosfingozínových analógov 178-181.

### Literatúra:

1. Futerman, A. H. *Biochemistry of Lipids, Lipoproteins and Membranes* (Seventh Edition), Elsevier, **2021**.
2. Jeon, H.; Bae, H.; Baek, D. J.; Kwak, Y.-S.; Kim, D.; Kim, S. *Org. Biomol. Chem.*, **2011**, *9*, 7237.
3. Park, M.-T.; Kang, J. A.; Choi, J.-A.; Kang, C.-M.; Kim, T.-H.; Bae, S.; Kang, S.; Kim, S.; Choi, W.-I.; Cho, C.-K.; Chung, H.-Y.; Lee, Y.-S.; Lee, S.-J. *Clin. Cancer Res.* **2003**, *9*, 878–885.
4. Sánchez-Sancho, F.; Valverde, S.; Herradón, B. *Tetrahedron: Asymmetry* **1996**, *7*, 3209–3246.

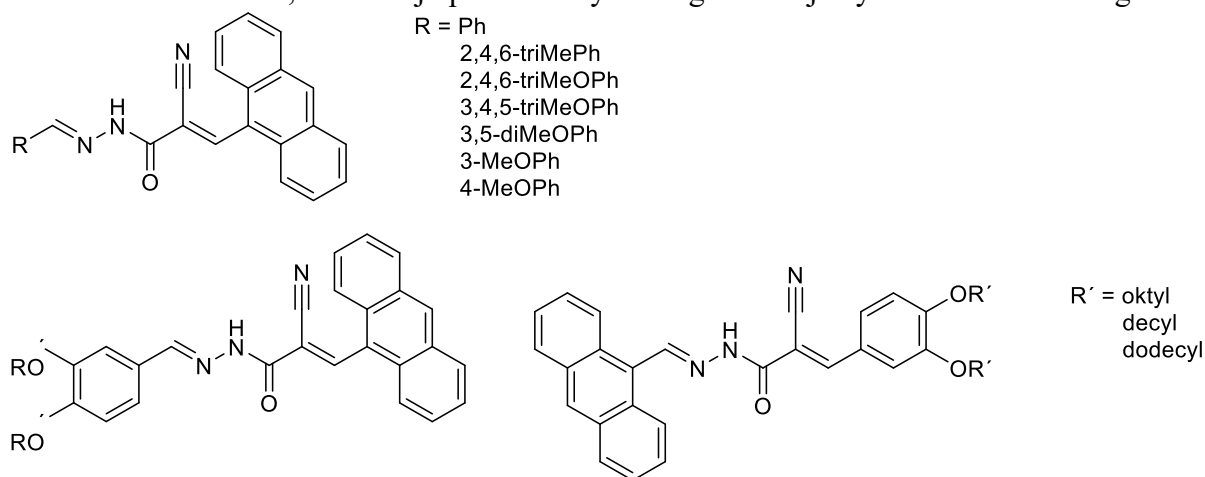
# N-ACYLHYDRAZÓNY AKO BIOLOGICKY AKTÍVNE LÁTKY A GELÁTORY

Bc. Tomáš Ján Liška

Školiteľ<sup>1</sup>: RNDr. Ján Elečko, PhD.

Katedra organickej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11, 040 01 Košice

Či už ide o farmakofór  $-\text{CO}-\text{NH}-\text{N}=\text{C}$  alebo rôzne substituenty nachádzajúce sa v molekule, *N*-acylhydrazóny sú bioaktívnymi látkami, ktoré majú vo farmaceutickom priemysle širokospektrálne využitie. Viaceré z týchto látok sú zaradené medzi kandidátske molekuly na budúce liečivá. Výhodami týchto látok je vyššia stabilita *N*-acylhydrazónového jadra ako amidovej skupiny, ktorá sa môže ešte zvýšiť aromatickými substituentami. Tým sú tieto látky použiteľné aj ďalších odvetviach. Vďaka schopnosti prítomných heteroatómov tvoriť supramolekulové nekovalentné väzby sa môže *N*-acylhydrazónové jadro použiť aj ako gelátor. V tejto práci je opísaná charakteristika *N*-acylhydrazónov, ich využitie, ktoré je rozšírené hlavne vo farmaceutickom priemysle.<sup>1</sup>Následne je v nej priblížená charakteristika supramolekulových aj polymérnych gélov, ich interakcie s rozpúšťadlami a možnosti ovplyvňovania ich štruktúry. Praktická časť práce sa zaoberá prípravou série rôzne substituovaných aromatických kyanoacetohydrazidov antracénu a vyhodnotenie ich antioxidačnej aktivity a syntézou látok obsahujúcich *N*-acylhydrazónové jadro a dlhé nasýtené uhlíkovodíkové reťazce, ktoré majú potenciál vytvoriť gél. Tiež je vykonaná skúška ich gélnatenia.<sup>2</sup>



Obr. 1: Cieľové molekuly

1. Socea, L. I. *et al.* Acylhydrazones and Their Biological Activity: A Review. *Molecules* vol. 27 Preprint at <https://doi.org/10.3390/molecules27248719> (2022).
2. Triboni, E. R. Introduction. *Nano Design for Smart Gels* 1–14 Preprint at <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814825-9.00001-1> (2019).

## SYNTÉZA PYROLIDÍNŮVÝCH DERIVÁTOV S TETRASUBSTITUOVANÝM STEREOGÉNNYM CENTROM

Yuliia Zuzak

Školiteľ: RNDr. Monika Tvrdoňová, PhD.

Katedra organickej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11, 04154 Košice

Keďže prírodné alebo synteticky pripravené molekuly s pyrrolidínovým skeletom vykazujú množstvo biologických aktivít, syntéza nových hydroxylovaných pyrrolidínov alebo azacukrov stále predstavuje zaujímavú oblasť štúdií. Predkladaná práca sa zaoberá syntézou polyhydroxylovaného derivátu pyrrolidínu, štruktúrne podobnému broussonetínovému derivátu, obsahujúcim vo svojej štruktúre kvartérne zoskupenie v tesnej blízkosti dusíkového atómu. Syntetická stratégia vychádza z komerčne dostupnej D-glukózy ako východiskovej látky a tetrasubstituované stereogénne centrum je vybudované pomocou cyklizačnej reakcie so sekundárnou amino skupinou v polohe C-3 s následným otvorením sacharidového kruhu oxidačným štiepením.

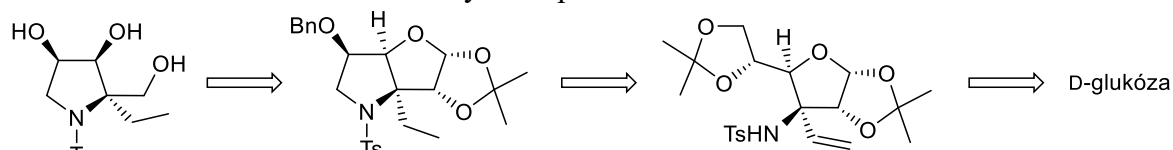


Schéma 1. Retrosyntetická stratégia prípravy pyrrolidínového derivátu.

### Literatúra:

1. B. J. Byatt, S. G. Pyne: *Curr. Org. Chem.* 26 (2022) 2071.
2. T. Pončáková, M. Fábian, M. Martinková, M. Novotná, M. Fabišíková, M. Tvrdoňová, M. Litecká: *Tetrahedron*, 121 (2022) 132910.

## BIOCHÉMIA

<b>Súťažiaci</b>
<b>Bc. Alexandra Balická, 3BICHm</b> Nanočastice céru a choroby súvisiace s vekom a amyloidnou agregáciou ved. učiteľ: Ing. RNDr. Katarína Šipošová, PhD.
<b>Bc. Ivana Kostková, 2BICHm</b> Izolácia a štúdium NADH oxidázy ved. učiteľ: doc. RNDr. Rastislav Varhač, PhD.
<b>Bc. Tomáš Rodziňák, 2BICHm</b> Optimalizácia produkcie a purifikácie flavodoxínu D. Desulfuricans ved. učiteľ: RNDr. Nataša Tomášková, PhD.
<b>Bc. Michaela Salaková, 1BFm</b> Vývoj metódy pre testovanie aktivity variantov stafylokinázy selektovaných ribozómovým displejom ved. učiteľ: Mgr. Mária Tomková, PhD.
<b>Bc. Ľudmila Timuláková, 2BICHm</b> Interakcie nových komplexných zlúčenín gália s DNA a hovädzím sérovým albumínom ved. učiteľ: RNDr. Danica Sabolová, PhD.
<b>Adriana Varha, 3CHb</b> Umelo-vytvorený DNA systém so zabudovanými nekanonickými štruktúrnymi motívmi ved. učiteľ: doc. RNDr. Viktor Víglaský, PhD.

### Nela Rosenbergová, Alžbeta Labašová

Štúdium interakcií 2,9 - disubstituovaných akridínových derivátov

Súkromné gymnázium Katkin park 2, 040 11 Košice

## UMELO-VYTVORENÝ DNA SYSTÉM SO ZABUDOVANÝMI NEKANONICKÝMI ŠTRUKTÚRNymi MOTÍVMi

Adriana Varha<sup>1</sup>

Školiteľ<sup>1</sup>: doc. RNDr. Viktor Víglaský, PhD.

Konzultant<sup>1</sup>: RNDr. Lukáš Trizna

<sup>1</sup>Katedra biochémie, Ústav chemických vied, PF UPJŠ, Moyzesova 11, 040 04 Košice

DNA je významnou biomolekulou vyskytujúcou sa vo všetkých živých organizmoch. Nanotechnológie na báze DNA majú potenciál ich využitia ako biosenzory pre diagnostické a terapeutické účely. Pri tvorbe nankonjugátov sa často využíva štruktúrna variabilita rôznych topologických foriem DNA molekúl vrátane nekanonických štruktúr, ktorá je závislá od rôznych faktorov ako je napríklad koncentrácia a typ soli alebo pH. Medzi takéto nekanonické štruktúry patria G-kvadruplexy alebo i-motívy, s ktorými úzko súvisí mnoho významných biologických procesov [1,2]. Hlavným cieľom tejto práce je prezentácia makromolekulového systému umožňujúceho cieleňú tvorbu rôznych sekundárnych štruktúr DNA. Stavebnými prvkami takého systému sú úplne alebo čiastočne hybridizované vlákna molekúl DNA s voliteľnou dĺžkou, pričom prečnievajúce kohézne konce je možné vzájomne spájať. Spojením vznikajú komplexné kruhové systémy s rôznymi veľkosťami. V stavebnom bloku je možné na základe vhodne zvolených oligonukleotidových sekvencií zabezpečiť v tzv. variabilnom úseku tvorbu B-DNA, i-motívu, G-kvadruplexu alebo aj iného motívu. Variabilný úsek je krátka stredová časť stavebného prvku, v ktorom môžu byť vlákna vzájomne komplementárne ale aj nekomplementárne. V našej práci sme skúmali rôzne typy štruktúr. Pre tvorbu G-kvadruplexu bola vo variabilnom úseku využitá repetícia odvodená od ľudskej telomérskej repetície GGGTTA a pre tvorbu i-motívu bola využitá repetícia CCCTAA. Pre potvrdenie schopnosti tohto systému vytvárať spomínané štruktúry boli v práci použité spektrálne metódy (kruhový dichroizmus a UV/Vis spektroskopia) a polyakrylamidová gélová elektroforéza (PAGE). Tieto štruktúry sú zaujímavé pre štúdium vzájomnej dynamiky nekanonických štruktúr v rámci väčších dsDNA mimikujúcich napríklad chromozómy alebo plazmidy. Tvorba nekanonických štruktúr závislých od faktorov ako pH alebo koncentrácia soli je ako súčasť väčšieho systému vhodná aj pre ďalší výskum a aplikáciu v nanotechnológii.

### Literatúra:

1. J.-L. Mergny, D. Sen: Chemical Reviews, 2019, 119 (10), 6290-6325.
2. H. Tateishi-Karimata, N. Sugimoto: Chem. Commun., 2020, 56 (16), 2379-2390.

---

**NANOČASTICE CÉRU A CHOROBY SÚVISIACE S VEKOM A AMYLOIDNOU AGREGÁCIOU**

**Bc. Alexandra Balická**

*Ing. RNDr. Katarína Šipošová, PhD.*

V biologických systémoch majú redoxné reakcie významné postavenie a vyskytujú sa v mnohých procesoch, ako je napr. dýchanie či skladovanie energie. Avšak, na druhej strane, redoxná nerovnováha v tele sa vyskytuje pri mnohých patologických stavoch, ako je rakovina, cukrovka, ale aj neurodegeneratívne ochorenia. Dnes je už známe prepojenie oxidačného stresu s mnohými neurodegeneratívnymi ochoreniami súvisiacimi s vekom a procesmi starnutia, pre ktoré je charakteristická amyloidná agregácia proteínov. Nanočastice oxidu ceričitého sú vďaka svojim pozoruhodným vlastnostiam sľubným nanomateriálom použiteľným na štúdium procesov u chorôb súvisiacich s oxidačným stresom a amyloidogenezou. V práci sme sa zamerali na štúdium vplyvu nanočastíc  $\text{CeO}_2$  na procesy amyloidnej agregácie inzulínu a ich anti-oxidačný potenciál monitorovaním pseudo-katalytickej a pseudo-superoxid dismutázovej aktivity. Preukázali sme, že spôsob syntézy výrazne ovplyvňuje výsledné fyzikálno-chemické vlastnosti nanočastíc ako je veľkosť a pomer  $\text{Ce}^{3+}/\text{Ce}^{4+}$  na ich povrchu a teda aj ich bioaktivitu. Najmenšie častice, ktoré majú súčasne najvyšší pomer  $\text{Ce}^{3+}$  iónov na povrchu vykazujú najvyššiu anti-amyloidnú aktivitu. Obsah  $\text{Ce}^{3+}$  iónov taktiež ovplyvňuje aj anti-oxidačný potenciál nanočastíc a pozorovali sme veľkostne/valenčne závislú pseudo-SOD a pseudo-katalázovú aktivitu. Dosiahnuté výsledky vykazujú veľkú perspektívu pre porozumenie vzájomného pôsobenia oxidačného stresu a amyloidogenézy a zároveň hľadanie efektívneho modelu modulácie amyloidnej agregácie proteínov a liečby neurodegeneratívnych ochorení.

---

**INTERAKCIE NOVÝCH KOMPLEXNÝCH ZLÚČENÍN GÁLIA S DNA A HOVÄDZÍM  
SÉROVÝM ALBUMÍNOM**

**Bc. Ľudmila Timuľáková**

*RNDr. Danica Sabolová, PhD.*

*Katedra biochémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11, 040 01  
Košice*

V tejto práci sme sa zaoberali štúdiom interakcií nových komplexných zlúčenín gália s DNA z teľacieho týmusu a hovädzím sérovým albumínom. Na štúdium skúmaných látok sme použili rôzne techniky ako sú UV-Vis spektroskopia, fluorescenčná spektroskopia a elektroforéza. Pomocou agarózovej gélovej elektroforézy sme skúmali, či naše komplexy gália sú schopné štiepiť plazmidovú DNA. Elektrofereticky bola tiež preskúmaná inhibičná aktivita komplexov voči TOPO I. Z procesu zhášania fluorescence BSA komplexami gália sme zistili, že s rastúcou teplotou sa nám zvyšovala hodnota Stern-Volmerových konštánt [1], čo nám poskytuje dôkaz o dynamickom type zhášania intenzity fluorescence BSA [2].

**Literatúra:**

1. Saeidifar, M. et al. Multi-spectroscopic and electrochemical approaches of the interaction between in *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics* [online], 2016
2. Wani, TA. et al. Study of Interactions of an Anticancer Drug Neratinib With Bovine Serum Albumin: Spectroscopic and Molecular Docking Approach in *National Library of Medicine* [online], 2018



## VÝVOJ METÓDY PRE TESTOVANIE AKTIVITY VARIANTOV STAFYLOKINÁZY SELEKTOVANÝCH RIBOZÓMOVÝM DISPLEJOM

**Bc. Michaela Salaková**

*Školiteľ: Mgr. Mária Tomková, PhD.*

*Katedra biofyziky, Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ,  
04001 Košice*

*Jesenná 5,*

Kardiovaskulárne ochorenia postihujú každý rok čoraz viac ľudí. Zhoršenie kvality životného štýlu obyvateľstva vyspelých krajín, sedavé zamestnanie a iné negatívne vplyvy prostredia môžu viesť k častému vzniku krvných zrazenín a nimi spôsobených ochorení. Pred pár rokmi bolo jedinou možnosťou akútnej liečby trombózy podanie tkanivového plazminového aktivátora (tPA), avšak od vtedy boli vyvinuté nové trombolýtiká. Ich vlastnosti sa však líšia a aj ich účinnosť môže byť obmedzená. Stafylokináza je v niektorých krajinách už klinicky používané trombolýtikum bakteriálneho pôvodu a je rovnako efektívna v liečbe infarktu myokardu ako t-PA. Navyše má vyššiu špecifitu k fibrínu než t-PA, avšak s relatívne nízkou afinitou k fibrínu. Stafylokináza je vhodným adeptom na experimentálne štúdie, nakoľko disponuje mnohými vyhľadávanými vlastnosťami trombolýtik. Tieto vlastnosti je ďalej možné modifikovať pomocou evolučných techník proteínového inžinierstva, akou je aj ribozómový displej. Cieľom práce je analýza a optimalizácia krokov predchádzajúcich ribozómovému displeju stafylokinázy, s úmyslom využiť experimentálnu techniku na určenie aktivity variantov génu. Táto esej by mala v budúcnosti uľahčiť výber vylepšených variantov stafylokinázy z ribozómového displeja pre ďalšie experimenty.

**Kľúčové slová:** trombolýtiká, stafylokináza, proteínové inžinierstvo, riadená evolúcia, enzýmová aktivita

### **Literatúra:**

1. Mican, Jan; Toul, Martin; Bednar, David; et al. Structural Biology and Protein Engineering of Thrombolytics. Computational and structural biotechnology journal. 2019; Volume: 1. Pages: 917-938.
2. Galan, Asier; Comor, Lubos; Horvatic, Anita; et al. Library-based display technologies: where do we stand? Molecular biosystems. 2016; Volume: 12. Issue: 8. Pages: 2342-2358.
3. Lane, Michael D.; Seelig, Burckhard. Advances in the directed evolution of proteins current opinion in chemical biology. 2014, Oct; Volume: 22. Pages: 129-136.
4. Nikitin, Dmitri; Choi, Seungbum; Mican, Jan; et al. Development and Testing of Thrombolytics in Stroke. Journal of stroke. 2021 Jan; Volume: 23. Issue: 1. Pages: 12-36.

---

## OPTIMALIZÁCIA PRODUKCIE A PURIFIKÁCIE FLAVODOXÍNU *D. DESULFURICANS*

Tomáš Rodziňák

Školiteľ: Nataša Tomášková, konzultant: Ľuboš Ambro

Katedra biochémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta, Univerzita P. J. Šafárika, Moyzesova 11, 040 01 Košice

Študentská vedecká práca je zameraná na optimalizáciu izolácie a purifikácie flavodoxínu z *Desulfovibrio desulfuricans*. Flavodoxíny sú malé proteíny, ktoré sa nachádzajú u baktérií, klostríí a u niektorých eukaryotických rias [1]. Obsahujú jeden nekovalentne naviazaný kofaktor FMN, ktorý výrazne stabilizuje komplex holoproteínu a umožňuje flavodoxínom ich funkciu prenášať elektróny [2]. Ich štruktúra je  $\alpha/\beta$ -paralelná topológia obsahujúca centrálny päťvláknový  $\beta$ -skladaný list obklopený  $\alpha$ -helixami. Rozdeľujú sa na krátke a dlhé flavodoxíny. Dlhé obsahujú približne 20 zvyškovú slučku, ktorá rozdeľuje piate  $\beta$ -vláknó na 2 časti. Flavodoxín-podobnú štruktúru má 9 super rodín proteínov napríklad lipázy, esterázy alebo katalázy [3]. Flavodoxín z *D. desulfuricans* sme izolovali pomocou afinitnej chromatografie (IMAC) prostredníctvom zabudovanej hexahistidínovej kotvy v aminokyselinovom reťazci proteínu. Následne bol proteín dočistený vysokotlakovou kvapalnou chromatografiou (HPLC). Izolovali sme 2 rôzne rekombinantné varianty s hexahistidínovou kotvou na opačnom konci polypeptidového reťazca. Podobne sme porovnali podmienky izolácie, použitím dvoch pH 5,2 a pH 8,0. Z nameraných výťažkov vypurifikovaného flavodoxínu sme vybrali optimálnejšie podmienky izolácie.

### Literatúra:

1. Simonsen, R. P., & Tollin, G. (1980). Structure-function relations in flavodoxins. *Molecular and cellular biochemistry*, 33(1-2), 13–24
2. López-Llano, J., Maldonado, S., Bueno, M., Lostao, A., Angeles-Jiménez, M., Lillo, M. P., & Sancho, J. (2004). The long and short flavodoxins: I. The role of the differentiating loop in apoflavodoxin structure and FMN binding. *The Journal of biological chemistry*, 279(45), 47177–47183
3. Houwman, J. A., & van Mierlo, C. P. M. (2017). Folding of proteins with a flavodoxin-like architecture. *The FEBS journal*, 284(19), 3145–3167

---

IZOLÁCIA A ŠTÚDIUM NADH OXIDÁZY

Bc. Ivana Kostková

Školiteľ: doc. RNDr. Rastislav Varhač, PhD.

*Katedra Biochémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Šrobárová 2, 04 154 Košice*

NADH oxidáza z *Thermus thermophilus* je homodimér, ktorý patrí do skupiny flavoenzýmov obsahujúcich FMN alebo FAD ako kofaktor.<sup>[1]</sup> V našej práci sme sa venovali izolácii NADH oxidázy a následnému štúdiu špecifickej aktivity a štruktúrnej stability enzýmu. Enzým sme izolovali v dostatočnej čistote a s molekulovou hmotnosťou 25 kDa (monomér). Stanovenie špecifickej aktivity a štruktúrnej stability je dôležité nielen pre základný výskum, ale aj pri ďalšom praktickom využití NADH oxidázy. Merania v rôznych podmienkach prostredia ako pH, teplota a denaturant nám umožnili sledovať konformačný prechod proteínu z natívnej do denaturovanej štruktúry. Pozorovali sme zmeny fluorescenčného signálu pomocou prirodzených fluorescenčných sond Trp a FAD. Meraniami denaturácie vplyvom pH, teploty a GdnHCl sme zistili, že spôsob rozbaľovania enzýmu poukazuje na zložitosť zmien v štruktúre spôsobených meniacimi sa podmienkami prostredia.

**Literatúra:**

[1] H. J. Park, CH. O. A. Reiser, S. Kondruweit, H. Erdmann, R. D. Schmid, M. Sprinzl: Purification and characterization of NADH oxidase from the thermophile *Thermus thermophilus* HB8. *European Journal of Biochemistry* 205 (1992) 881-885

## FYZIKÁLNA CHÉMIA

<b>Súťažiaci</b>
<b>Bc. Frederika Chovancová, 2FYCHm</b> Stanovenie inzulínu na uhlíkových tlačných elektródach modifikovaných amfifílnymi nanočasticami chitozánu ved. učiteľ: RNDr. Ivana Šišoláková, PhD.
<b>Bc. Pavol Cipa, 2FYCHm</b> Štúdium fyzikálno-chemických vlastností degradovateľných kovových materiálov s keramickým a polymérnym povlakom ved. učiteľ: RNDr. Radka Gorejová, PhD.
<b>Jana Demeterová, 3CHb</b> Elektrochemická detekcia antibiotík ved. učiteľ: RNDr. Ivana Šišoláková, PhD.
<b>Michal Ivanisko, 1CH1b</b> Neušľachtilé kovové katalyzátory pre reakciu vývoja vodíka ved. učiteľ: prof. RNDr. Renáta Oriňaková, DrSc.
<b>Bc. Ivana Mojžišová, 1BCHmu</b> Príprava, charakterizácia a optimalizácia podmienok prípravy Zn biodegradovateľných materiálov modifikovaných keramickým povlakom ved. učiteľ: RNDr. Radka Gorejová, PhD.
<b>Bc. Mária Paračková, 2FYCHm</b> Príprava katalyzátorov pre reakciu vývoja vodíka bez vzácnych kovov ved. učiteľ: prof. RNDr. Renáta Oriňaková, DrSc.
<b>Michal Stano, 2CHb</b> Katalyzátory pre utilizáciu oxidu uhličitého na užitočné chemikálie ved. učiteľ: Prof. RNDr. Andrej Oriňák, PhD.; RNDr. Natália Podrojková, PhD.
<b>Viktória Zlaczká, 3CHb</b> Kovové biodegradovateľné materiály na báze zinku ved. učiteľ: RNDr. Radka Gorejová PhD.

### Adam Kovalčík

Termoelektrické materiály na báze SnSe

Súkromné gymnázium Dneperská 1 Dneperská 1, 040 12 Košice

## STANOVENIE INZULÍNU NA UHLÍKOVÝCH TLAČENÝCH ELEKTRODÁCH MODIFIKOVANÝCH AMFIFÍLNymi NANOČASTICAMI CHITOZÁNU

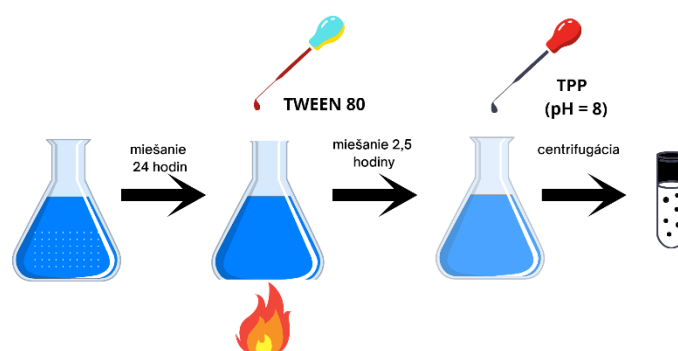
**Bc. Frederika Chovancová**

*RNDr. Ivana Šišoláková, PhD.*

*Katedra fyzikálnej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesová 11,  
040 01, Košice*

Celosvetovo je pozorovaný rastúci trend v počte pacientov trpiacich ochorením diabetes mellitus. Diabetes je závažné a nevyliciteľné ochorenie spôsobené úplnou absenciou inzulínu v tele alebo jeho nedostatočnou sekréciou [1]. Pacienti sú v súčasnosti najčastejšie odkázaní na invazívne glukomery, ktorými si kontrolujú hladinu glukózy v krvi niekoľkokrát denne [2]. Preto významne rastie potreba vyvinúť nové typy senzorov na stanovenie inzulínu a glukózy v krvi. Cieľom tejto práce je elektrochemické stanovenie inzulínu na uhlíkových tlačených elektródach modifikovaných amfifílnymi nanočasticami chitozánu v kombinácii s niklovými časticami.

V praktickej časti boli pripravené amfifilne nanočastice chitozánu charakterizované pomocou mikroskopických metód, EDX analýzou a spektroskopickou analýzou FT-IR. Hydrodynamický priemer pripravených častíc bol študovaný pomocou DLS analýzy. Po vykonaní týchto analýz boli nanočastice chitozánu charakterizované pomocou elektrochemických meraní. Uhlíková tlačená elektróda modifikovaná nanočasticami chitozánu v kombinácii s niklovými nanočasticami NiNPs/CSNPs/SPCE bola schopná stanoviť inzulín v rozsahu koncentrácií od 0,3  $\mu\text{M}$  do 5  $\mu\text{M}$  s nízkym limitom detekcie (LOD) 0,2  $\mu\text{M}$  a s citlivosťou 0,088 mA/ $\mu\text{M}$ .



**Obrázok 1** Schématické zobrazenie postupu prípravy amfifílnych nanočastíc chitozánu

### Literatúra:

1. I. Šišoláková, J. Hovancová, F. Chovancová, R. Oriňaková, I. Moskaľová, A. Oriňák, J. Radoňák: *Electroanalysis* (2020)
2. J. Shepa, I. Šišoláková, M. Vojtko, L. Trnková, G. Nagy, I. Moskaľová, A. Oriňák, R. Oriňaková: *Sensors* 21 (2021)

---

**PRÍPRAVA, CHARAKTERIZÁCIA A OPTIMALIZÁCIA PODMIENOK PRÍPRAVY Zn  
BIODEGRADOVATEĽNÝCH MATERIÁLOV MODIFIKOVANÝCH KERAMICKÝM  
POVLAKOM**

**Ivana Mojžišová, Radka Gorejová, Renáta Oriňaková**

*Školiteľ: RNDr. Radka Gorejová, PhD.*

*Katedra fyzikálnej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11,  
041 54 Košice*

Biodegradovateľné materiály predstavujú oproti doteraz používaným inertným materiálom viacero benefitov. Súčasným cieľom je vyvinúť taký materiál, ktorý by pri liečbe kostných defektov a iných poškodení poskytoval dočasnú mechanickú oporu, ale zároveň pozitívne ovplyvňoval proces hojenia a nepredstavoval pre organizmus zdravotné riziko.

V tejto práci som sa venovala vývoju kovových rozložiteľných materiálov na báze zinku. S cieľom vytvoriť biokompatibilné biodegradovateľné materiály s vhodnými mechanickými vlastnosťami a rýchlosťou korózie boli skúmané vzorky čistého zinku a zinku s prídavkom (1 hm. % a 2 hm.%) železa, ktoré boli elektrochemicky povlakované hydroxyapatitom. Za účelom zlepšenia antibakteriálnych vlastností materiálu bol povlak hydroxyapatitu modifikovaný prídavkom striebra. V práci taktiež rozoberám vplyv jednotlivých parametrov elektrochemického vylučovania (dĺžka vylučovania, prúdová hustota) hydroxyapatitu na výsledný povlak s cieľom nájsť optimálne podmienky vylučovania, ktoré by viedli k príprave homogénneho povlaku.

Štruktúra, morfológia povrchu a chemické zloženie pripravených povlakovaných aj nepovlakovaných materiálov boli skúmané využitím viacerých metód (optická mikroskopia, skenovacia elektrónová mikroskopia (SEM), infračervená spektroskopia s Fourierovou transformáciou (FT-IR), energio-disperzná röntgenová spektroskopia (EDX), röntgenová difrakcia (XRD)). Účinok povlaku hydroxyapatitu a prídavku železa na biokompatibilitu bol študovaný metódou fluorescenčného farbenia. Výsledky ukázali, že nanášanie povlaku hydroxyapatitu viedlo k očakávanému zlepšeniu biokompatibility materiálov, avšak prídavok železa spôsobil zvýšenie cytotoxicity legovaných vzoriek. Ako najvhodnejšie podmienky prípravy keramických vrstiev sa ukázal čas vylučovania 120 min pri prúdovej hustote 1,25 mA/cm<sup>2</sup>.

## PRÍPRAVA KATALYZÁTOROV PRE REAKCIU VÝVOJA VODÍKA BEZ VZÁCNÝCH KOVOV

**Bc. Mária Paračková**

*Školiteľ: prof. RNDr. Renáta Oriňaková, DrSc.*

*Katedra fyzikálnej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ,  
Moyzesova 11, 041 54 Košice*

Globálne otepľovanie a znečisťovanie životného prostredia, ku ktorým dochádza v dôsledku masívneho spaľovania fosílnych palív za účelom uspokojenia dopytu ľudskej spoločnosti po energii, nútia ľudstvo zaoberať sa hľadaním vhodnej alternatívy k fosílnym palívam [1, 2]. Čoraz viac pozornosti sa preto obracia k obnoviteľným zdrojom energie [2]. Ich priame využitie však môže byť limitované ich premenlivým príp. prerušovaným charakterom v dôsledku plynutia času počas dňa, roku či počasia, čo vyúsťuje do nesúladu medzi výrobou a dopytom po energii [3, 4, 5, 6]. Sľubnou stratégiou na vyriešenie tohto nesúladu by mohla byť premena tejto energie na stabilné chemické palivo – vodík, ktorá sa uskutoční pomocou elektrolytického rozkladu vody [6, 7]. Pre dosiahnutie masovejšieho využívania tejto technológie je však potrebné zlepšiť energetickú účinnosť, čo možno dosiahnuť použitím vhodných katalyzátorov, ktoré budú účinné, stabilné, lacné a zložené z dostupných materiálov [7, 8].

Cieľom tejto práce bolo metódou cyklickej voltampérometrie elektrochemicky vylúčiť na rôzne uhlíkové substráty nanočastice obsahujúce nikel, kobalt a fosfor a v zásaditom prostredí ( $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  NaOH) preskúmať ich potenciálnu elektrokatalytickú aktivitu pre jednu z pol reakcií elektrolytického rozkladu vody – reakciu vývoja vodíka (HER). Elektrokatalytická aktivita takto pripravených katalyzátorov bola skúmaná metódou voltampérometrie s lineárne premenným potenciálom (LSV). Ako elektrokatalyticky najaktívnejšie boli identifikované katalyzátory dispergované na vrstve uhlíkových vlákien pripravenej bez-ihlovým zvlákňovaním. Do budúca však bude potrebné zlepšiť mechanické vlastnosti daného substrátu.

Táto práca bola podporená projektami APVV-20-0299 a APVV-20-0576 Slovenskej agentúry pre podporu výskumu a vývoja a projektom VEGA 1/0095/21 Vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky.

### Literatúra:

1. J. Joo et al.: Adv. Mater. 31 (2019).
2. S. Shiva Kumar, H. Lim: Energy Rep. 8 (2022) 13794.
3. R. N. Wasalathanthri et al.: ChemistrySelect 2 (2017) 8020.
4. F. Dawood, M. Anda, G. M. Shafiullah: Int. J. Hydrog. Energy 45 (2020) 3848.
5. C. T. Chong et al.: Energy 241 (2022).
6. S. Wang, A. Lu, Ch. J. Zhong: Nano Converg. 8 (2021).
7. S. Zhang et al.: Green Energy Environ. 6 (2021).
8. G. B. Darband et al.: J. Power Sources 429 (2019). 156–157.

## ŠTÚDIUM FYZIKÁLNO-CHEMICKÝCH VLASTNOSTÍ DEGRADOVATEĽNÝCH KOVOVÝCH MATERIÁLOV S KERAMICKÝM A POLYMÉRNÝM POVLAKOM

Pavol Cipa<sup>1</sup>, Radka Gorejová<sup>1</sup>, Renáta Oriňaková<sup>1</sup>

Školiteľ<sup>1</sup>: RNDr. Radka Gorejová, PhD.

<sup>1</sup>Katedra fyzikálnej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11, 041 54 Košice<sup>1</sup>

Degradovateľné materiály zaznamenali v súčasnosti značný progres a úspešne sa používajú nielen na náhradu poškodených tkanív a orgánov, ale tiež ako prostriedky pre urýchlenie a zdokonalenie procesu rekonvalescencie. Kovové vstrebateľné materiály doplnili inertné materiály a z nich je zinok pre svoju biokompatibilitu a biodegradabilitu jedným z najvhodnejších materiálov, ktorý môže byť použitý ako dočasný implantát. Pre zlepšenie bioaktivity a biokompatibility sa povrch zinkových biomateriálov modifikuje bioaktívnymi povlakmi. Hydroxyapatit (HAp) ako keramický povlak má vplyv na osteokonduktivitu, čo vyplýva z jeho 70%-ného výskytu v kostnom tkanive. Polyetylénglykol (PEG) ako polymérny povlak sa podieľa napríklad na eliminácii infekcií. Teoretická časť práce je zameraná na popis biomateriálov, vlastností degradovateľných kovov a povlakov degradovateľných materiálov. Ťažiskom experimentálnej časti je príprava degradovateľných zliatin zinku s 1 hm. % a 2 hm. % prídavkom železa. Povrch materiálov bol upravený elektrochemickým povlakovaním hydroxyapatitom a nanášaním druhej vrstvy polyetylénglykolu. Cieľom práce bolo fyzikálno-chemickými metódami charakterizovať pripravené materiály a preštudovať ich korózne vlastnosti. Ukázalo sa, že keramická vrstva spôsobila očakávané spomalenie korózie zinkových materiálov. Najrýchlejší priebeh korózie bol pozorovaný v prípade vzorky Zn-1Fe-HAp-PEG (4,886 mm/rok), čo je primárne zapríčinené prítomnosťou polyetylénglykolu. Naopak, pri vzorke Zn-2Fe-HAp bola korózia najpomalšia (0,929 mm/rok), čo je spôsobené prítomnosťou hydroxyapatitu, ktorý pôsobí ako inhibítor korózie.



## ELEKTROCHEMICKÁ DETEKCIA ANTIBIOTÍK

Jana Demeterová

*RNDr. Ivana Šišoláková, PhD.*

*Katedra fyzikálnej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11,  
040 01, Košice*

Antibiotiká zohrávajú dôležitú úlohu pri liečbe chorôb spôsobenými baktériami a preto je ich detekcia a stanovenie nevyhnutnou súčasťou klinickej praxe [1]. Práca sa zaoberá elektrochemickým stanovením antibiotík, konkrétne gentamicínu a ciprofloxacínu. Cieľom predkladanej práce je príprava a štúdium elektrochemického senzora pre jednoduché, citlivé a rýchle stanovenie vyššie uvedených antibiotík. V práci sú opísané rôzne modifikácie elektród pomocou nanomateriálov, ktoré by mohli zlepšiť funkčnosť elektrochemického senzora.

V praktickej časti bolo elektrochemické stanovenie gentamicínu a ciprofloxacínu realizované na uhlíkovej elektróde pripravenej metódou sieťotlače (SPCE) modifikovanej niklovými nanočasticami (NiNPs) metódou cyklickej voltampérometrie. Povrch nemodifikovanej SPCE a SPCE modifikovanej NiNPs bol charakterizovaný pomocou skenovacieho elektrónového mikroskopu s energiovo disperznou röntgenovou spektroskopiou (EDX). Stabilita a aktívna plocha nemodifikovanej SPCE a SPCE modifikovanej NiNPs bola elektrochemicky stanovená. Na základe vypočítaných výsledkov bola plocha NiNPs modifikovanej SPCE až 1,5krát väčšia v porovnaní s nemodifikovanou SPCE. Metódou cyklickej voltampérometrie boli stanovené analytické parametre NiNPs modifikovanej SPCE pre detekciu gentamicínu, ktorá disponovala nízkym limitom detekcie ( $LOD = 6,2 \mu M$ ), širokým lineárnym rozsahom (50-1000  $\mu M$ ) a vysokou citlivosťou ( $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mA}/\mu M$ ) a ciprofloxacínu ( $LOD = 4,2 \mu M$ , citlivosť =  $3,72 \cdot 10^{-5} \text{ mA}/\mu M$  a lineárny rozsah = 50-500  $\mu M$ ). Všetky experimenty boli realizované vo fosfátovom tlmivom roztoku (PBS) simulujúcom koncentráciu iónov prítomných v plazme. Na základe uvedených výsledkov je možné tvrdiť, že NiNPs modifikovaná SPCE predstavuje vhodného kandidáta pre vývoj elektrochemického senzora pre detekciu ciprofloxacínu a gentamicínu. Ďalšie merania budú realizované vo vzorkách krvnej plazmy.

### Literatúra

1. N.R. Alsaiari, K.M.M. Katubi, F.M. Alzahrani, S.M.Siddeeg, M.A. Tahoona: The Application of Nanomaterials for the Electrochemical Detection of Antibiotics: A Review (2021) 308

## NEUŠLAČTILÉ KOVOVÉ KATALYZÁTORY PRE REAKCIU VÝVOJA VODÍKA

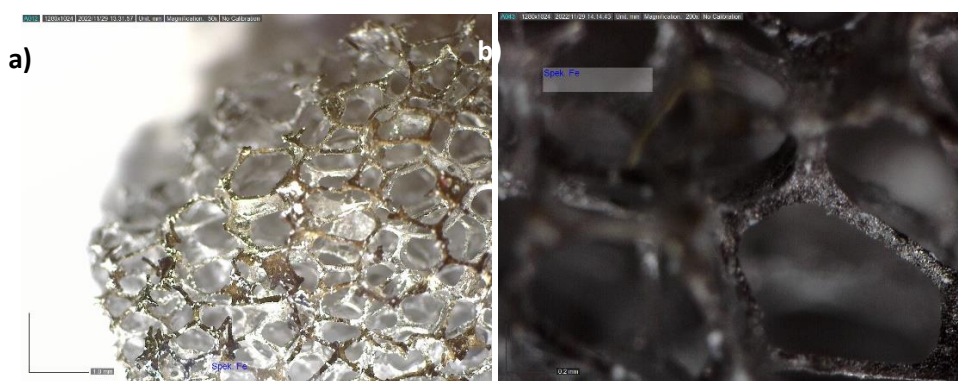
Michal Ivanisko

Školiteľ: prof. RNDr. Renáta Oriňaková, DrSc.

Katedra fyzikálnej chémie, Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11,  
041 54 Košice

Vzhľadom na zhoršujúcu sa globálnu environmentálnu situáciu sa budúcnosť energetického sektora presúva od fosílnych palív k obnoviteľným zdrojom. Väčšina krajín na svete sa zaviazala k uhlíkovej neutralite a minimalizácii škodlivých emisií z fosílnych palív do roku 2050. Vodík je dôležitou surovinou pre priemysel a môže slúžiť aj ako čistý a udržateľný zdroj energie. Rozklad vody na vodík a kyslík je pokrokovou technológiou pre energetiku, ktorá sa stále viac uplatňuje v rámci udržateľnej energie a priťahuje pozornosť pre čistú výrobu vodíka ako paliva z vody. Pre túto technológiu sú potrebné nákladovo efektívne katalyzátory na dosiahnutie prenosu energie. [1] Na budúce komerčné aplikácie sa navrhujú katalyzátory bez drahých kovov. [2]

Cieľom tejto práce bolo porovnať elektrokatalytickú aktivitu katalyzátorov zo železnej peny (Fe) a železnej peny dopovanej oxidom grafénu Fe/(GO) a taktiež preskúmať vplyv teploty na ich katalytickú aktivitu voči HER. Elektrochemická aktivita pripravených penových katalyzátorov bola hodnotená metódou voltampérometrie s lineárne sa meniacim potenciálom. Výsledky preukázali, že dopovanie Fe peny oxidom grafénu viedlo k zníženiu napätia potrebného na dosiahnutie prúdovej hustoty  $10 \text{ mA}\cdot\text{cm}^{-2}$  z hodnoty 563 mV pre nedopovanú Fe penu na hodnotu rovnú len 126 mV, pre Fe/GO a teda k výraznému zvýšeniu elektrokatalytickej aktivity. Zvyšovanie teploty viedlo tiež k zvýšeniu aktivity oboch pripravených katalyzátorov v HER.



Obrázok 2 a) železná pena pri 50-násobnom zväčšení, b) železná pena pri 200-násobnom zväčšení

### Citované diela

- [1] J. Turner, „Sustainable Hydrogen Production,“ *Science(80)*. 305, pp. 972 - 974, 2004.
- [2] P. E. Du, „Catalysts made of earth-abundant elements (Co, Ni, Fe) for water splitting: Recent progress and future challenges,“ *Energy & Environmental Science*, pp. 6012 - 6021, 2012.

---

**KATALYZÁTORY PRE UTILIZÁCIU OXIDU UHLIČITÉHO NA UŽITOČNÉ  
CHEMIKÁLIE**

**Michal Stano**

*Školiteľ: Andrej, Oriňák; Natália, Podrojková*

*Moyzesova 11, Košice 040 01*

Napriek svojej dostupnosti je oxid uhličitý využívaný v chemických syntézach len zriedka. V dôsledku vysokej stability  $\text{CO}_2$  je na jeho konverziu často potrebné dosiahnuť ekonomicky nepriaznivé reakčné podmienky a väčšinou je efektívnosť týchto procesov pomerne nízka. V súčasnosti sa preto hľadajú katalyzátory schopné dostatočne znížiť aktivačnú energiu  $\text{CO}_2$  a umožniť. Cieľom tejto práce je syntetizovať katalyzátory na báze nanočastíc  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{NiO}$ ,  $\text{CuO}$ , analyzovať ich štruktúru a študovať schopnosť týchto látok katalyzovať reakcie umožňujúce konverziu  $\text{CO}_2$  na priemyselne užitočné chemikálie.

---

**KOVOVÉ BIODEGRADOVATEĽNÉ MATERIÁLY NA BÁZE ZINKU**

**Viktória Zlaczka**

*Školite<sup>1</sup>: RNDr. Radka Gorejová, PhD.*

*Adresa: Katedra Fyzikálnej chémie, Ústav chemických vied*

*Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Moyzesova 11, 041 54 Košice*

Cieľom práce je teoreticky popísať vlastnosti biodegradovateľných biomateriálov s dôrazom na materiály na báze zinku (Zn). Biomateriály sa vo veľkej miere využívajú v medicíne napríklad ako náhrada poškodených tkanív či orgánov alebo ako dočasné implantáty. Na prípravu dočasných implantátov sa využívajú biodegradovateľné materiály, ktoré sú schopné sa v ľudskom tele rozložiť za čas potrebný na zrastenie poškodenej kosti [1]. Biodegradovateľné materiály na báze zinku vďaka svojim antibakteriálnym účinkom a svojej netoxicite sú jedným z potenciálnym kandidátov na použitie ako dočasné implantáty [2]. V prvej kapitole definujem pojem biomateriál, degradovateľný materiál a uvádzam ich delenie, a stručnú históriu. V druhej kapitole sa venujem všeobecne biodegradovateľným materiálom a ich deleniu. Posledná kapitola približuje biodegradovateľné materiály na báze zinku a ich porovnanie s ostatnými degradovateľnými materiálmi.

**Kľúčové slová:** biomateriály, biodegradácia, zinok

**Literatúra:**

1. M. Wojcik, P. Kazimierczak, A. Belcarz, A. Wilczynska, V. Vivcharenko, L. Pajchel, L. Adaszek, A. Przekora: Biomaterials Advances 139 (2022) 213006.
2. R. Gorejová, I. Šišoláková, P. Cipa, R. Džunda, T. Sopčák, A. Oriňak, R. Oriňaková: Materials 14 (2021) 4983.

## FYZIKA I. (Fyzika kondenzovaných látok a teoretická fyzika)

<b>Súťažiaci</b>
<b>Peter Dubecký, 2Fb</b> Uhlové rozlíšenie inštrumentu P21.2 v prípade 2D difrakčného experimentu ved. učiteľ: RNDr. Jozef Bednarčík, PhD.
<b>Bc. Žaneta Fabriciová, 2FKLm</b> Experimentálne štúdium medzičasticových interakcií v nanočasticiach CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ved. učiteľ: doc. RNDr. Adriana Zeleňáková, PhD.
<b>Illia Kozin, 2FKLm</b> Experimentálne štúdium magnetických vlastností nízkorozmerných systémov so spinom $\frac{1}{2}$ ved. učiteľ: RNDr. Róbert Tarasenko, PhD.
<b>Martin Lukáč, 3Fb</b> Elektrónové vlastnosti kvázi jednorozmernej reťazky NbCl <sub>4</sub> z prvých princípov. ved. učiteľ: RNDr. Martin Gmitra, PhD.
<b>Matej Popelaš, 2Fb</b> Distribúcia bipartitného kvantového previazania v rámci Heisenbergovej hviezdy so spinom $\frac{1}{2}$ vo vonkajšom magnetickom poli ved. učiteľ: doc. RNDr. Jozef Strečka, PhD.
<b>Soma Benedek Faber, 3Fb</b> Pozorovanie magnetickej štruktúry pomocou spinovo-polarizovanej skenovacej tunelovej mikroskopie vo vybraných tetraboridoch a dodekaboridoch. ved. učiteľ: Mgr. Tomáš Samuely, PhD.
<b>Mariia Paroviak, 2Fb</b> Arduino microcontroller-based cold junction compensation for THERMOCOUPLES ved. učiteľ: doc. RNDr. Ján Füzser, PhD.

---

**EXPERIMENTÁLNE ŠTÚDIUM MAGNETICKÝCH VLASTNOSTÍ  
NÍZKOROZMERNÝCH SYSTÉMOV SO SPINOM  $\frac{1}{2}$**

**Illia Kozin**

*Školiteľ: RNDr. Róbert Tarasenko, PhD.*

*Ústav fyzikálnych vied Prírodovedeckej fakulty Univerzity P. J. Šafarika, Park Angelinum 9, 041 54  
Košice, Slovenská republika*

Táto práca je venovaná experimentálnemu štúdiu kvázi dvojrozmerného kvantového antiferomagnetu  $[\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_3][\text{Cu}(\text{C}_6\text{H}_2(\text{COO})_4)] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  pomocou meraní magnetizácie, susceptibility a tepelnej kapacity v rozsahu teplôt od 0.38 až 300 K v magnetických poliach do 9 T na komerčných zariadeniach PPMS a MPMS. Analýza experimentálnych dát magnetickej susceptibility a tepelnej kapacity naznačuje, že študovaný systém je možné charakterizovať pomocou Heisenbergovho modelu na štvorcovej mriežke s hodnotou antiferomagnetickej výmennej interakcie  $J/k_B = 1.38$  K s príslušnou hodnotou  $g$ - faktora  $g = 2.01$ . Na druhej strane experimentálne štúdiu magnetizácie, susceptibility a tepelnej kapacity jednoznačne poukázali na prítomnosť magnetického fázového prechodu do magneticky usporiadaného stavu pri teplote  $T_N = 1.20$  K. Hodnota výmennej interakcie bola stanovená pomocou kvantových Monte Carlo výpočtov. Zároveň bola vypočítaná hodnota saturačného magnetického poľa pre Heisenbergov model na štvorcovej mriežke s hodnotou antiferomagnetickej výmennej interakcie  $J/k_B = 1.38$  K, ktorá je v excelentnej zhode s experimentálnou hodnotou z poľovej závislosti magnetizácie pri teplote 0.5 K.

## ARDUINO MICROCONTROLLER-BASED COLD JUNCTION COMPENSATION FOR THERMOCOUPLES

Mariia Paroviak

Školiteľ: doc. RNDr. Ján Füzér, PhD.

Katedra fyziky kondenzovaných látok, ÚFV Prírodovedeckej fakulty UPJŠ, 041 54 Košice

Soft magnetic composites are an increasingly attractive material for various technological applications due to having reduced energy losses at high frequencies, compared to traditional soft magnetic materials [1]. To establish the optimal ferrite volume in a composite, a range of testing is required, including under different thermal conditions [2]. The accompanying temperature measurements can be achieved with a thermocouple. However, to correct the aberration arising from the temperature of the environment, an additional process is needed, called cold junction compensation [3]. The aim of this project was to develop a device to perform it automatically while satisfying a number of research-specific conditions, such as mobility and cost-effectiveness. The main components of the resulting appliance are an Arduino board, a DS18B20 digital thermometer and a LabVIEW virtual instrument, Fig.1. The last element, showcased below, allows to monitor the experiment in real time and stores both raw and adjusted data.

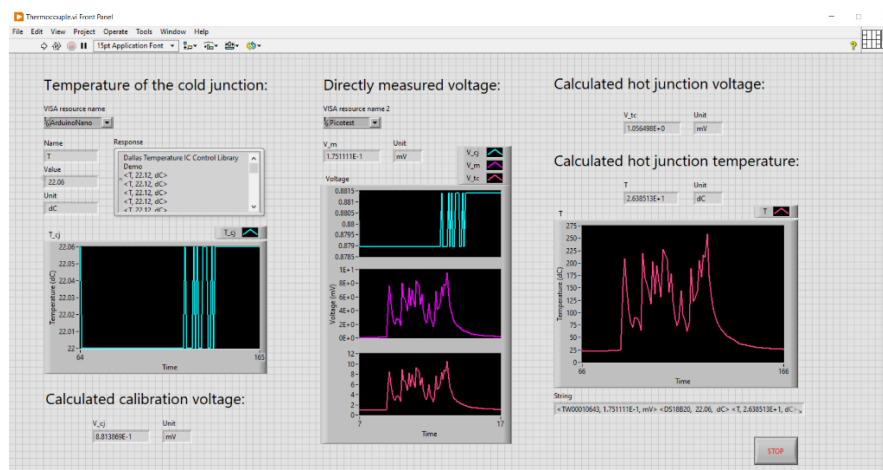


Fig. 1. The interface of the created appliance during an active measurement.

### Literatúra:

1. E. A. Périgo, B. Weidenfeller, P. Kollár, and J. Füzér: Past, present, and future of soft magnetic composites. *Applied Physics Reviews* 5, 031301 (2018)
2. S. Vovk, S. Dobák, J. Füzér, P. Kollár, R. Bureš, and M. Fáberová: Loss separation and thermal studies of Fe/SiO<sub>2</sub>/ferrite soft magnetic composites. *Journal of Alloys and Compounds* 945 (2023) 169254
3. Mosaic Industries, Inc.: Type K Thermocouple Calibration. *Mosaic Documentation Web* (2013), <http://www.mosaic-industries.com/embedded-systems/microcontroller-projects/temperature-measurement/thermocouple/type-k-calibration-table>

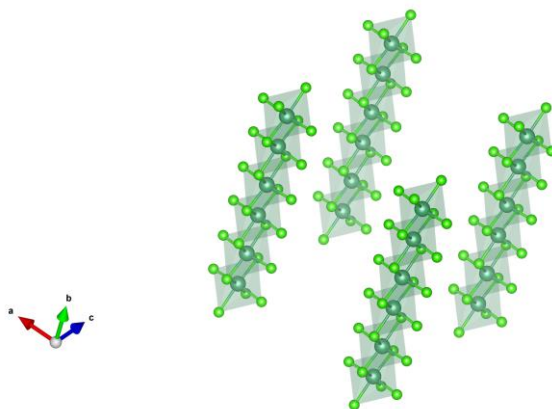
ELEKTRÓNOVÉ VLASTNOSTI KVÁZI JEDNOROZMERNEJ RETIAZKY NBCL<sub>4</sub> Z PRVÝCH PRINCÍPOV.

Martin Lukáč

Školiteľ: RNDr. Martin Gmitra, PhD.

Adresa: Katedra teoretickej fyziky a astrofyziky, Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Park Angelinum 9, 040 01 Košice

Cieľom tejto práce je preskúmať elektrónovú štruktúru kvázi jednorozmerných Van der Waalsových materiálov na báze NbCl<sub>4</sub>, ktoré sú kandidátmi na využitie v molekulárnej elektronike a fotovoltaiických aplikáciách, pomocou metódy prvých princípov. Využitím tejto metódy boli nájdené stabilné fázové štruktúry a stanovená elektrónová štruktúra monokryštálových NbCl<sub>4</sub> vlákien, menovite ich pásová štruktúra, hustota stavov a projekcie hustoty stavov na jednotlivé orbitály. Vodivostné pásy blízko Fermiho hladiny boli ďalej aproximované metódou tesnej väzby zahrnutím interakcií medzi najbližšími atómami. Táto aproximácia bola následne vylepšená o prekryvové integrály za účelom presnejšieho opisu asymetrie medzi viazanými a neviazanými stavmi. Následne sme študovali viacero štruktúrnych fáz, ktoré sme získali relaxáciou pri rôznych veľkostiach elementárnej bunky. Zistili sme, že jednotlivé fázy majú odlišné elektronické vlastnosti a že súvisia s periodickou poruchou štruktúry a existenciou nábojových vln v kvázi jednorozmerných materiáloch. Ďalej boli skúmané energetické rozdiely medzi týmito fázami na lepšie pochopenie správania sa skúmaných kvázi 1D materiálov v reálnych aplikáciách.



Obr. 1. Kryštálová štruktúra NbCl<sub>4</sub>.

**Kľúčové slová:**

teória elektrónovej hustoty DFT, nanotechnológie, ab-initio numerické výpočty

**Literatúra:**

1. A.A. Balandin et al., One-Dimensional van der Waals Quantum Materials – State of the Art and Perspectives (2022)



**DISTRIBÚCIA BIPARTITNÉHO KVANTOVÉHO PREVIAZANIA  
RÁMCI HEISENBERGOVEJ HVIEZDY SO SPINOM  $\frac{1}{2}$   
MAGNETICKOM POLI**

**V  
VO VONKAJŠOM**

**Matej Popel'aš**

*Školiteľ: doc. RNDr. Jozef Strečka, PhD.*

*Katedra teoretickej fyziky a astrofyziky, Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta, Univerzita  
P. J. Šafárika v Košiciach, Park Angelinum 9, 041 54 Košice*

V tejto práci sme sa venovali priestorovej distribúcii bipartitného kvantového previazania v rámci Heisenbergovej spinovej hviezdy, zloženej z jedného centrálného a troch periférnych spinov, za prítomnosti vonkajšieho magnetického poľa kvantifikovanej prostredníctvom miery kvantového previazania – concurrence. Okrem klasického plne polarizovaného základného stavu vznikajúceho pri pomerne vysokých magnetických poliach vykazuje Heisenbergova spinová hviezda pri nižších magnetických poliach ďalšie tri základné stavy. Prvý kvantový základný stav vykazuje bipartitné previazanie vo všetkých faktorizáciách hviezdy na ľubovoľnú dvojicu spinov, pričom bipartitné previazanie medzi periférnymi spinmi dominuje nad kvantovým previazaním medzi centrálnym a periférnym spinom. V rámci druhého kvantového základného stavu absentuje bipartitné previazanie v spinovej hviezde, čo môže byť znakom tripartitného alebo tetrapartitného kvantového previazania. V treťom kvantovom základnom stave podliehajú kvantovému previazaniu dvojice periférnych spinov, zatiaľ čo centrálny spin hviezdy je separovateľný od zvyšku spinovej hviezdy.

---

**UHLOVÉHO ROZLIŠENIE INŠTRUMENTU P21.2 V PRÍPADE 2D  
DIFRAKČNÉHO EXPERIMENTU**

**Peter Dubecký**

*Školiteľ: RNDr. Jozef Bednarčík, PhD.*

*Katedra fyziky kondenzovaných látok, Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Park  
Angelinum 9, 040 01 Košice*

Uhlové rozlíšenie v prípade uhlovo disperznej röntgenovej (RTG) difrakcie v transmisnej geometrii je výrazne ovplyvnené parametrami akými sú veľkosť (prierez) a divergencia fotónového lúča, stupeň jeho monochromaticity, rozmery a samotná geometria vzorky a usporiadania experimentu. V tejto práci je pozornosť venovaná charakterizácii uhlového rozlíšenia inštrumentu P21.2 na zdroji synchrotrónového žiarenia PETRA III v DESY Hamburg (DE). Charakterizácia uhlového rozlíšenia bola vykonaná pre experimentálnu zostavu odpovedajúcu RTG difrakcii v transmisnej geometrii s použitím dvojdimenzionálneho (2D) detektora VAREX XRD4343CT. V prvej časti práce bola analyzovaná séria 2D difrakčných záznamov, ktoré boli získané na kalibračnej vzorke LaB<sub>6</sub>, pričom vzdialenosť medzi referenčnou vzorkou a 2D detektorom sa systematicky menila v intervale od 300 do 1800 mm. Energia fotónového zväzku bola 81.8 keV, jeho veľkosť bola 1×1 mm<sup>2</sup>, hrúbka vzorky bola 1 mm. Z nameraných dát bol fitovaním určený vzťah medzi uhlovou šírkou difrakčných maxim referenčnej vzorky LaB<sub>6</sub> v závislosti od difrakčného uhla  $2\theta$  a vzdialenosťou medzi vzorkou a 2D detektorom. V druhej časti práce bola pozornosť venovaná teoretickému modelovaniu experimentálne nameraných dát. Bol navrhnutý jednoduchý model pre jednobodovú interakciu popisujúcu rozptyl difraktovaného fotónu z pohľadu kinematickej teórie difrakcie. Na základe numerickej simulácie modelu pomocou metódy Monte Carlo boli vypočítané teoretické priebehy uhlového rozlíšenia v závislosti od použitých parametrov difrakčného experimentu. Získané výsledky indikujú kvalitatívnu zhodu s experimentálnymi dátami, čo nepriamo potvrdzuje správnosť zvoleného modelu a zároveň poskytuje efektívny spôsob ako charakterizovať uhlové rozlíšenie inštrumentu P21.2.

---

**OZOROVANIE MAGNETICKEJ ŠTRUKTÚRY POMOCOU SPINOVO-POLARIZOVANEJ SKENOVACEJ TUNELOVEJ  
MIKROSKOPIE VO VYBRANÝCH TETRABORIDOCH A DODEKABORIDOCH.**

**Soma Benedek Faber**

*Mgr. Tomáš Samuely, PhD.*

*Park Angelinum 9, 040 01, Košice*

V tejto práci sa zaoberáme potenciálnym využitím spinovo polarizovanej skenovacej tunelovej mikroskopie (SP-STM) na pozorovanie magnetickej štruktúry vybraných tetraboridov a dodekaboridov. Tieto materiály sú zaujímavé pre svoje jedinečné magnetické vlastnosti, ako je Shastryho-Sutherlandova mriežková štruktúra pozorovaná v tetraboridoch vzácnych zemín a prechod z antiferomagnetického do feromagnetického stavu v ErB<sub>4</sub> pri kritickom magnetickom poli alebo kritickej teplote. Zamerali sme sa na ErB<sub>4</sub> a porovnávame výsledky získané s nemagnetickým hrotom s výsledkami získanými s modifikovaným hrotom s pravdepodobným spinovým rozlíšením. Vykonali sme merania v magnetických poliach od 0 do 2,5 T, pri ktorých sme pozorovali pásové usporiadanie totožné s usporiadaním magnetických momentov v ErB<sub>4</sub>, ako sa očakáva na základe predchádzajúcich štúdií. Naše výsledky naznačujú potenciál SP-STM na štúdium magnetických vlastností takýchto materiálov na atómovej úrovni.

**Literatúra:**

1. R. Wiesendanger: Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy: Methods and Applications, Cambridge University Press 1994
2. A. Zangwill: Physics at surfaces, Cambridge University Press 1988
3. P. Samuely: Kryofyzika a nanoelektronika, ÚEF SAV, Košice 2011
4. R. Wiesendanger, Spin mapping at the nanoscale and atomic scale, Rev. Mod. Phys. 81, 1495 (2009)

## FYZIKA II (Biofyzika a jadrová fyzika)

Súťažiaci
<b>Tomáš Grivalský, 3Fb</b> Stavba G-M detektora na platforme Raspberry Pi na overenie projektu radiačnej ochrany a on-line monitorovanie prostredia ved. učiteľ: RNDr. Martin Jasenčák, PhD.
<b>Miroslav Kurka, 3BFb</b> Vývoj metód na analýzu evolúcie proteínov pomocou bioinformatiky a výpočtovej biológie ved. učiteľ: RNDr. Michal Gala
<b>Kristián Sabol, 2Fb</b> Využitie Fourierovskej optiky v koherentnom zobrazovaní ved. učiteľ: Doc. RNDr. Jozef Uličný, CSc.
<b>Bc. Bianka Varcholová, 2BFm</b> Stanovenie limitov detekcie vybraných molekúl pesticídov pomocou SERS spektroskopie ved. učiteľ: RNDr. Zuzana Jurašková, PhD.

---

## VYUŽITIE FOURIEROVSKÉJ OPTIKY V KOHERENTNOM ZOBRAZOVANÍ

**Kristián Sabol**

*Školiteľ: Doc. RNDr. Jozef Uličný, CSc.*

*Katedra Biofyziky, Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta, Univerzita P. J. Šafárika v  
Košiciach, Jesenná 5, 040 04 Košice*

Táto práca vznikla ako súčasť mojej práce ako PVS v roku 2022/2023. Hlavným bodom tejto práce je oboznámiť sa s praktickým aspektom využitia Fourierovskej optiky na analýzu výsledkov 4D meraní objektov röntgenovej mikroskopie vysokého časového a priestorového rozlíšenia. Účelom celého tohoto procesu je príprava na účasť na experimente projektu MHz Tomoscopy na European XFEL v Hamburgu.

## VÝVOJ METÓD NA ANALÝZU EVOLÚCIE PROTEÍNOV POMOCOU BIOINFORMATIKY A VÝPOČTOVEJ BIOLÓGIE

**Miroslav Kurka**

*RNDr. Michal Gala*

*Katedra biofyziky, Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice*

Proteíny v bunkách plnia rozličné úlohy a ich funkcia je často spojená s ich evolučnou históriou. Analýza, interpretácia a prepojenie evolúcie a funkcie proteínov je jedným zo základných cieľov moderného biofyzikálneho výskumu s dôsledkami pre rôzne oblasti, od biomedicíny až po proteínové inžinierstvo. Okrem laboratórnych experimentov sa takémuto výskumu venuje aj výpočtová biológia a bioinformatika. V tejto práci prezentujeme bioinformatický nástroj na analýzu sekvenčnej variability proteínov podľa Wu-Kabat založený na viacnásobnom zarovnaní sekvencií, nazývaný WK Plugin. Tento nástroj kombinuje výhody zobrazenia 3D modelu proteínu za pomoci programu PyMol a výpočet aminokyselinovej variability na základe viacnásobného zarovnania sekvencií. Účinnosť WK Pluginu demonštrujeme na skupine 90 bakteriálnych Hsp70 proteínov z kmeňom *Proteobacteria* a *Firmicutes*, pričom výsledky porovnáваме s existujúcimi metódami. V prvej časti práce sme viacnásobne zarovnanie sekvencií podrobili analýze zastúpenia aminokyselín a medzier v celom zarovnaní. Zistili sme, že dve najčastejšie sa vyskytujúce aminokyseliny sú Alanín tvoriaci 10.45 % a Lyzín 8.79%, naopak najmenej zastúpené sú Tryptofán 0.1% a Cysteín 0.26%. Zastúpenie medzier v celkovom zarovnaní bolo 12.28%. Zastúpenie medzier v doméne pre SBD bolo 3.05% a pre NBD 8.18%. V ďalšom kroku sme pomocou WK Pluginu vypočítali index variability pozícií zarovnania podľa Wu-Kabata, ktorú plugin zobrazuje jednak ako graf variability zarovnania a jednak ako 3D model proteínu s farebnou škálou zodpovedajúcou sekvenčnej variabilite zvyškov proteínu. Priemerný index variability pre celé zarovnanie bol 10.03. Priemer variability pre NBD bol 8.8, zatiaľ čo pre SBD bol 11.35, čo naznačuje, že SBD doména má väčšiu sekvenčnú variabilitu ako doména NBD. Najvyššia hodnota variability, 77.47 bola zistená v SBD doméne na pozícii 447 (*E.coli*, pdb kód: 2KHO). Okrem toho, autokorelačná funkcia indexu variability naznačuje určitú mieru korelácie variability medzi pozíciami, špecificky medzi každými piatimi pozíciami v sekvenčnom zarovnaní. Celkovo naše výsledky naznačujú, že aj keď je proteín Hsp70 u baktérií všeobecne dobre konzervovaný, SBD doména je viac variabilnou oblasťou ako NBD. Značná časť týchto výsledkov bola získaná práve cez nami vytvorený WK plugin, ktorý umožňuje vedcom bez hlbších programovacích znalostí analýzu sekvenčnej variability proteínov s vizuálnym mapovaním tejto variability na 3D štruktúru zvoleného proteínu.

---

## STAVBA G-M DETEKTORA NA PLATFORME RASPBERRY PI NA OVERENIE PROJEKTU RADIAČNEJ OCHRANY A ON-LINE MONITOROVANIE PROSTREDIA

Tomáš Grivalský

Školiteľ: RNDr. Martin Jasenčák, PhD.

Adresa: Katedra jadrovej a subjadrovej fyziky, Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta  
UPJŠ, Park Angelinum 9, 040 01 Košice

**Úvod:** Geiger-Müllerove (GM) detektory sú jedným z najstarších a najjednoduchších typov detektorov ionizujúceho žiarenia. Napriek tomu sú tieto prístroje relatívne drahé. V tejto práci sa venujeme vlastnej konštrukcii prenosného GM detektora, porovnateľnej kvality ako komerčné prístroje, ale navyše so sieťovou konektivitou, a to pri rádovo desiatinových nákladoch.

**Metódy:** K jednodoskovému počítaču Raspberry pi Zero 2 W sme pripojili Geiger Counter Kit RadiationD v1.1 (CAJOE), na ktorom sme vymenili pôvodnú G-M trubicu J305 za citlivejšiu STS-6. Použili sme OLED displej a napájanie vyriešili 5000mAh powerbankou, doplnenou o 5V menič. Navrhli a na 3D tlačiarňi sme vytlačili vlastné vonkajšie kryty tak, aby bol prístroj pohodlne použiteľný ako prenosný, ale aj ako stacionárny monitor. Vlastnosti prístroja sme overili vo Východoslovenskom onkologickom ústave na pracovisku brachyterapie so zdrojom Ir-192 a na pracovisku s lineárnym urýchľovačom Versa HD (Elekta). Overili sme aj využitie prístroja na monitorovanie prírodného pozadia s on-line grafickým výstupom dostupným cez webovú stránku. Použili sme komerčný prístroj RadEye B20-ER (Thermo Scientific), podľa ktorého sme kalibrovali nami skonštruovaný detektor.

**Výsledky:** Detektor preukázal na pracovisku so zdrojmi ionizujúceho žiarenia ekvivalentnú funkcionálnu ako referenčné zariadenie. Monitorovanie prírodného pozadia v exteriéri, v katastri mesta Spišské Podhradie (430 m.n.m) zaznamenalo za 18 kalendárnych dní priemernú minútovú incidenciu 58.343, čo podľa nášho prístroja odpovedá dávkovému príkonu žiarenia gama 73,696 nSv/h.

**Záver:** Náš GM detektor bol plne funkčný a využiteľný na meranie dávkového príkonu pre overenie radiačnej ochrany na pracovisku so zdrojmi ionizujúceho žiarenia a taktiež sa preukázal ako vhodné a funkčné riešenie pre nepretržité monitorovanie životného prostredia. Náklady na konštrukciu predstavovali približne 120 €, čo je rádovo desatina ceny komerčného prístroja.

**Diskusia:** Možnosti detektora podľa opísanej vlastnej konštrukcie sú do značnej miery ovplyvnené parametrami GM trubice a elektrického obvodu. Mŕtva doba detektora by sa dala skrátiť použitím tranzistorov vo funkcii kondenzátora. Niekoľko takýchto detektorov by s relatívne nízkymi nákladmi umožňovalo vybudovať sieť na monitorovanie radiácie väčšej oblasti.

**Kľúčové slová:** Geiger-Müllerov detektor, Raspberry Pi, radiačná ochrana, dozimetria

### Literatúra:

1. Glenn F Knoll. Radiation Detection and Measurement, third edition 2000. John Wiley and sons, ISBN 0-471-07338-5.
2. ŠÁRO, Štefan a Juraj TÖLGYESSY. Rádioaktivita prostredia. Bratislava: Alfa, 1985.

## MATEMATIKA

Súťažiaci
<b>Bc. Miloslav Cisko, 2MMm</b> Matematický koncept v teórii pórovitých prostredí ved. učiteľ: doc. Mgr. Jozef Kiseľák, PhD.
<b>Bc. Juraj Hirjak, 2MMm</b> Pytagorejské trojice ako súradnice ved. učiteľ: RNDr. Lucia Janičková, PhD.
<b>Bc. Alexandra Kolačková, 2ADUIm</b> Nevlastné zafarbenia toroidálnych grafov ved. učiteľ: RNDr. Mária Maceková, PhD.
<b>Bc. Radka Schwartzová, 2MGmu</b> Skoro disjunktné množiny prirodzených čísel a topologické priestory ved. učiteľ: RNDr. Jaroslav Šupina, PhD.
<b>Bc. Diana Švecová, 2MMm</b> 3-zafarbitelnosť grafov daných zakázanými indukovanými podgrafmi ved. učiteľ: RNDr. Mária Maceková, PhD.
<b>Veronika Ziburová, 3MIb</b> Firstovov strom pytagorejských trojíc ved. učiteľ: RNDr. Lucia Janičková PhD.



---

## NEVLASTNÉ ZAFARBENIA TOROIDÁLNYCH GRAFOV

**Bc. Alexandra Kolačková**

*Školiteľ: RNDr. Mária Maceková, PhD.*

*Ústav matematiky, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 041 54 Košice*

Vlastné vrcholové zafarbenie grafu  $G$  je také priradenie farieb vrcholom grafu  $G$ , že žiadne dva susedné vrcholy nie sú zafarbené rovnakou farbou. Ak uvažujeme také priradenie farieb vrcholom grafu, že susedné vrcholy nemusia mať nutne priradenú rôznu farbu, tak hovoríme o nevlastnom vrcholovom zafarbení grafu  $G$ . Najčastejšie skúmanými typmi nevlastných vrcholových zafarbení sú tie, v ktorých je ohraničený maximálny stupeň podgrafov indukovaných jednotlivými farbami. Maximálne stupne týchto indukovaných podgrafov sa nazývajú defekty.

Toroidálne grafy sú také, ktoré sa dajú nakresliť na tórus bez pretínania hrán. V práci sme sa zaoberali nevlastným vrcholovým zafarbením toroidálnych grafov. Zhrnuli sme v nej známe výsledky, ktorými boli také, kde sa defekty jednotlivých farebných tried rovnajú. Tie sme rozšírili o výsledky hovoriace o nevlastnom vrcholovom zafarbení, kde sú defekty jednotlivých farebných tried rôzne. Takisto sme uviedli výsledky pre niektoré podtriedy toroidálnych grafov, napr. pre toroidálne grafy s daným obvodom alebo toroidálne grafy neobsahujúce dvojicu susedných trojuholníkov.

### 3-ZAFARBITEĽNOSŤ GRAFOV DANÝCH ZAKÁZANÝMI INDUKOVANÝMI PODGRAFMI

Bc. Diana Švecová

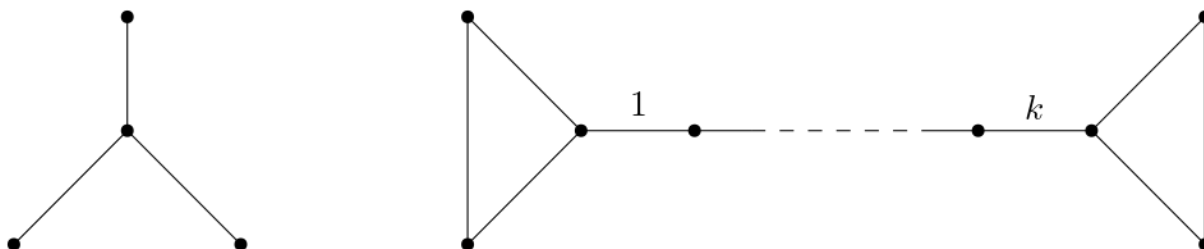
Školiteľ: RNDr. Mária Maceková, PhD.

Ústav matematiky, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 041 54 Košice

Problém 3-zafarbiteľnosti grafu je jedným zo známych NP-úplných problémov. Jeho riešenie sa preto obmedzilo na skúmanie rôznych špeciálnych tried grafov. Ako vhodný prístup sa ukázalo skúmanie tried, v ktorých grafy neobsahujú konkrétne indukované podgrafy.

Bolo ukázané, že problém 3-zafarbiteľnosti grafov ostáva NP-úplný pre triedu grafov neobsahujúcich ako indukovaný podgraf  $K_{1,3}$ . Viacerí autori sa preto sústredili na triedy grafov neobsahujúcich  $K_{1,3}$  a nejaký ďalší graf  $H$  ako indukovaný podgraf. Lozin a Purcell ukázali, že problém 3-zafarbiteľnosti grafov môže mať polynomiálnu zložitosť v danej triede, len ak  $H$  obsahuje najviac dva trojuholníky v každom z jeho komponentov.

Bola ukázaná polynomiálna riešiteľnosť tohto problému, ak  $H = \Phi_i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4, 5$  (Lozin a Purcell [1], Maceková a Maffray [2], Švecová [3]). V tejto práci ukážeme riešiteľnosť problému 3-zafarbiteľnosti v polynomiálnom čase pre triedu grafov neobsahujúcich  $K_{1,3}$  a  $\Phi_6$  ako indukovaný podgraf.



Obr. 1. Graf  $K_{1,3}$  (vľavo) a graf  $\Phi_k$  (vpravo)

#### Literatúra:

1. V. Lozin, Ch. Purcell, Coloring vertices of claw-free graphs in three colors, Springer, 2012.
2. M. Maceková, F. Maffray, Polynomial cases of 3-coloring claw-free graphs, rukopis.
3. D. Švecová, Problém 3-zafarbiteľnosti pre vybrané triedy grafov, bakalárska práca, 2021.

## MATEMATICKÝ KONCEPT V TEÓRII PÓROVITÝCH PROSTREDÍ

**Bc. Miloslav Cisko**

*Školiteľ: doc. Mgr. Jozef Kiseľák, PhD.*

*Ústav matematických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 040 11 Košice*

V tejto práci sa budeme venovať definícii pórovitosti množín. V teoretickej časti práce sa budeme venovať existujúcim prístupom ku pórovitosti. Priblížime si nematematické prístupy, ukážeme si ich vlastnosti a nedostatky. V tejto časti práce si rozoberieme základné teoretické poznatky potrebné na pochopenie práce, ako teória miery, Lebesgueova miera, kľukatosť kriviek a podobne. Takisto sa pozrieme na známy matematický prístup ku pórovitosti, povieme si prečo sa uvažuje táto vlastnosť množín a tiež si ukážeme prečo je nepostačujúci. Túto časť, pre lepšie pochopenie definovaných pojmov doplníme o vlastné ilustrácie. V hlavnej časti vyslovíme vlastnú definíciu pórovitosti množín, ktorá v sebe spojí matematický prístup s praktickým pohľadom a využitím. Vyslovíme a dokážeme dôležité vlastnosti pórovitosti a na praktických príkladoch si ukážeme vhodnosť použitia tejto definície. Výpočty podporíme vlastnými ilustráciami a grafmi vytvorenými v prostredí Maple.

### Literatúra:

1. Cisko, M. Od krivosti ku kľukatosti, (2021).
2. Espinoza, M., Sunden, B., Andersson, M., and Yuan, J. Analysis of porosity and tortuosity in a 2d selected region of solid oxide fuel cell cathode using the lattice boltzmann method. ECS Transactions 65 (02 2015), 59–73.
3. Gommès, C., Bons, A.-J., Blacher, S., Dunsmuir, J., and Tsou, A. Practical methods for measuring the tortuosity of porous materials from binary or gray-tone tomographic reconstructions. AIChE Journal 55 (08 2009).
4. Matyka, M., and Koza, Z. How to calculate tortuosity easily? AIP Conference Proceedings 1453 (03 2012), 17–22.
5. Nelson, G. S. A user-friendly introduction to Lebesgue measure and integration, vol. 78. American Mathematical Soc., 2015.
6. Rynne, B. P., and Youngson, M. A. Linear Functional Analysis. Springer London, 2000.
7. Vallin, R. Newhouse thickness and porosity of cantor sets. Real Analysis Exchange 27 (01 2001), 349–358.
8. Zajíček, L. Porosity and  $\sigma$ -porosity. Real Analysis Exchange 13, 2 (1987), 314–350.
9. Zajíček, L. On  $\sigma$ -porous sets in abstract spaces. Abstract and Applied Analysis 2005 (06 2005).

---

SKORO DISJUNKTNÉ MNOŽINY PRIRODZENÝCH ČÍSEL A TOPOLOGICKÉ PRIESTORY

Bc. Radka Schwartzová

Školiteľ: RNDr. Jaroslav Šupina, PhD.

Ústav matematických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 041 54

Táto práca sa zaoberá aplikáciami skoro disjunktných systémov v topológii. Prvou z nich je konštrukcia Mrówkovho-Isbellovho priestoru  $\psi(\mathcal{A})$ , kde určujeme uzáver všetkých podmnožín tohto priestoru a overujeme jeho základné vlastnosti. Ďalej uvažujeme ideál  $I$  na množine prirodzených čísel a kardinálne invarianty kontinua  $\mathfrak{a}$ ,  $\mathfrak{a}(I)$ ,  $\text{cov}^*(I)$ ,  $\mathfrak{p}$ , pričom poukazujeme na rôzne možnosti ich definovania. Naším hlavným výsledkom je dôkaz, že kardinálny invariant kontinua  $\mathfrak{a}(I)$  je možné reprezentovať uniformným číslom  $\text{non}(P)$  topologickej vlastnosti  $P$ .

**Literatúra:**

1. A. Blass. *Combinatorial Cardinal Characteristics of the Continuum*. V: Handbook of Set Theory. Springer Netherlands, (2010). s. 395–491. ISBN 978-1-4020-5764-9.
2. C. J. Ash, J. Knight. *Computable Structures and the Hyperarithmetical Hierarchy*. Elsevier Science, (2000).
3. J. Brendle, S. Shelah. *Ultrafilters on  $\omega$ —their ideals and their cardinal characteristics*. Transactions of the American Mathematical Society, (1997). roč. 351. s. 2643–2674.
4. J. Šupina. *Pseudointersection numbers, ideal slaloms, topological spaces, and cardinal inequalities*. Archive for Mathematical Logic, (2022). č. 62. s. 87–112.
5. L. Bukovský. *The structure of the real line*. Birkhäuser, (2011). ISBN 9783-0348-005-1.
6. M. Hrušák. *Combinatorics of filters and ideals*. Contemporary Mathematics (2011). roč. 533. ISBN 9780821848128.
7. M. Sleziač. *Aplikácie teórie množín*. Bratislava: Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK, (2017). Dostupné tiež z: <https://msleziak.com/vyuka/2017/apliktm/apliktm.pdf>.
8. N. H. Bingham, A. J. Ostaszewski. *Set theory and the analyst*. European Journal of Mathematics. (2018). roč. 53. s. 5–51.
9. P. S. Alexandroff, P. Urysohn. *Memorie sub les Espaces Topologiques Compacts*, (1926). s. 1–96
10. R. Engelking. *General topology*. Berlin: Heldermann, (1989). ISBN 3-88538-006-4.
11. T. Bartoszynski. *Invariants of measure and category*. Archive for Mathematical Logic, (1999). s. 491–555.

## PYTAGOREJSKÉ TROJICE AKO SÚRADNICE

**Autor: Bc. Juraj Hirjak**

*Školiteľ: RNDr. Lucia Janičková, PhD.*

*Adresa: Ústav matematiky, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice*

Pytagorejské trojice sú usporiadané trojice prirodzených čísel, ktoré vyhovujú Pytagorovej rovnici. V tejto práci budeme uvažovať pytagorejské trojice ako súradnice bodov v trojrozmernom euklidovskom priestore. Tie budeme určovať pomocou generujúcich matíc Berggrenovho a Priceovho stromu primitívnych pytagorejských trojíc. Tieto matice danej trojici priradia tri nové trojice, resp. tri nové body. V práci sa budeme venovať trojuholníkom určeným týmito trojicami bodov, a dokážeme napríklad tvrdenia týkajúce sa rovín, ktoré určujú, ich obsahov, a ukážeme, či môžu byť rovnoramenné, resp. rovnostranné.

### Literatúra:

1. Hirjak, J., 2022. Pytagorejské trojice so spoločnou vlastnosťou: bakalárska práca. Košice: UPJŠ v Košiciach.
2. Janičková, L., Csókási, E., 2023. METRIC PROPERTIES IN BERGGREN TREE OF PRIMITIVE PYTHAGOREAN TRIPLES [online], [cit. 2023-12-04]. Dostupné na: <https://arxiv.org/abs/2304.05230>
3. Koshy, T., 2002. Elementary Number Theory with Applications. San Diego: Harcourt Academic press. ISBN 0-12-421171-2.
4. Ryde, K., 2020. Trees of Primitive Pythagorean Triples [online], [cit. 2022-20-11]. Dostupné na: <https://download.tuxfamily.org/user42/triples/triples.pdf>
5. Sierpinski, W., 1969. Elementary theory of numbers. Warszawa: Państwowe wydawnictwo naukowe.
6. Tripathi, A., 2008. On Pythagorean triples containing a fixed integer. In: Fibonacci Quarterly. Vol. 46-47, pp. 331-340. ISSN 00150517.

## FIRSTOVOV STROM PYTAGOREJSKÝCH TROJÍC

**Autor: Veronika Ziburová**

*Školiteľ: RNDr. Lucia Janičková, Phd.*

*Adresa: : Ústav matematiky, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice*

Pod pojmom pytagorejská trojica rozumieme usporiadanú trojicu prirodzených čísel, ktoré zodpovedajú koreňom Pytagorovej rovnice. V tejto práci sa oboznámime s vybranými metódami generovania pytagorejských trojíc. Začneme metódami, ktoré negenerujú všetky primitívne pytagorejské trojice, a to sú niektoré staroveké metódy a čísla Fibonacciho postupnosti. Následne popíšeme metódy, ktoré generujú všetky primitívne pytagorejské trojice: Euklidova formula, Berggrenov strom, Priceov strom a Firstovove stromy. Zameriame sa na konštrukciu Firstovových stromov pomocou špeciálnej maticovej pologrupy. Taktiež budeme skúmať izomorfizmy medzi vetvami jednotlivých stromov. Pozrieme sa konkrétne na izomorfizmus medzi druhým Firstovým stromom a Priceovým stromom a vzťah medzi maticou z Berggrenovho stromu a transformáciou definovanou Firstovom.

### Literatúra:

1. Agarwal R.P., 2020. Pythagorean Triples Before and after Pythagoras. In: Computation. Vol.8, 62. ISSN 2079-3197.
2. Berggren B., 1934. Pytagoreiska Trianglar (Pythagorean Triangles). In: Tidskrift för Elementär Matematik, Fysik och Kemi. Vol. 17, pp. 129--139.
3. Boardman, M., 2000. Proof without Words: Pythagorean Runs. In: Mathematics Magazine. Vol.73, no.1, pp. 59 [online], [cit. 2023-04-03]. Dostupné na: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0025570X.2000.11996805>.
4. Firstov V. E., 2008. A Special Matrix Transformation Semigroup of Primitive Pairs and the Genealogy of Pythagorean Triples. Pleiades Publishing, Ltd. In: Mathematical Notes. Vol. 84, no. 2, pp. 263--279. ISSN 0001-4346.
5. Hall A., 1970. Genealogy of Pythagorean Triads. Classroom Notes 232. In: The Mathematical Gazette. Vol.54, no.390, pp. 377--379 [online], [cit. 2023-04-03]. Dostupné na: <https://doi.org/10.2307/3613860>.
6. Koshy T., 2007. Elementary Number Theory with Applications. 2nd ed. Academic Press. ISBN 978-0-12-372487-8.
7. Palmer L., Ahuja M., Tikoo M., 1998. Finding Pythagorean Triple Preserving Matrices. In: Missouri Journal of Mathematical Sciences. Vol. 10, no. 2, pp. 99--105. ISSN 0899-6180.
8. Price H. L., 2008. The Pythagorean Tree: A New Species [online], [cit. 2023-04-03]. Dostupné na: <https://arxiv.org/pdf/0809.4324.pdf>.
9. Ryde K., 2020. Trees of Primitive Pythagorean Triples [online], [cit. 2023-04-03]. Dostupné na: <https://download.tuxfamily.org/user42/triples/triples.pdf>.

## ANALÝZA DÁT, UMEĽÁ INTELIGENCIA A INFORMATIKA

<b>Súťažiaci</b>
<p><b>Bc. Samuel Baran, 2Im</b> Metódy samokontrolovaného učenia pre analýzu molekulárnych vlastností ved. učiteľ: RNDr. Juraj Šebej, PhD.</p>
<p><b>Alex Gajdoš, 3A1b</b> Predikcia časových radov pomocou metód strojového učenia v oblasti počítačovej bezpečnosti ved. učiteľ: RNDr. Richard Staňa</p>
<p><b>Bc. Vladimír Homola, 2Im</b> Grafy útokov v kybernetickej bezpečnosti ved. učiteľ: doc. RNDr. JUDr. Pavol Sokol, PhD.</p>
<p><b>Šimon Huraj, 3Ib</b> Partially nondeterministic automata - Nondeterministic choice of initial states ved. učiteľ: RNDr. Juraj Šebej, PhD.</p>
<p><b>Bc. Jana Kovaličová, 2Im</b> Monitoring of body posture during computer use ved. učiteľ: RNDr. Juraj Šebej, PhD.</p>
<p><b>Bc. František Kurimský, 1Im</b> <b>Bc. Dominik Džama, 1Im</b> Riceov – Siffov algoritmus a vyjadrovacia sila jeho výstupov ved. učiteľ: doc. RNDr. Ondrej Krídlo, PhD.</p>
<p><b>Matej Nižník, 4Ib</b> Dizajn a implementácia kompilátora jazyka Haskell ved. učiteľ: doc. RNDr. Ondrej Krídlo, PhD.</p>
<p><b>Stanislav Švec, 3Ib</b> Problém k-cestného vrcholového pokrytia v grafoch ved. učiteľ: RNDr. Rastislav Krivoš-Belluš, PhD.</p>

---

**PREDIKCIA ČASOVÝCH RADOV POMOCOU METÓD STROJOVÉHO UČENIA  
V OBLASTI POČÍTAČOVEJ BEZPEČNOSTI**

**Alex Gajdoš<sup>1</sup>**

*Školiteľ<sup>1</sup>: RNDr. Richard Staňa*

*<sup>1</sup>Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice*

Práca sa zameriava na predikciu časových radov v oblasti informačnej bezpečnosti, s cieľom poskytnúť sieťovým administrátorom lepší prehľad o aktuálnom stave siete a pomôcť im predvídať, ako sa tento stav bude meniť v budúcnosti. Sústreďuje sa na použitie metód strojového učenia, ako sú SARIMA, LightGBM, XGBoost, SVR a Prophet a porovnáva výsledky týchto metód s výsledkami prác, ktoré použili iné štatistické metódy a neurónové siete. Úloha predikcie je v tejto oblasti veľmi náročná z viacerých dôvodov, ako je nedostatok kvalitných dát a ich zložitosť v interpretácii. Cieľom práce je nájsť dobrý prístup v predikcii časových radov v oblasti informačnej bezpečnosti a tým pomôcť komunite v ďalšom výskume v tejto oblasti. Výsledky by mohli pomôcť sieťovým administrátorom a výskumníkom zlepšiť predikciu a poskytnúť lepší prehľad o aktuálnom stave a budúcich trendoch v oblasti sieťového bezpečnostného situačného povedomia.



---

**MONITORING OF BODY POSTURE DURING COMPUTER USE**

**Bc. Jana Kovaličová**

*Školiteľ: RNDr. Juraj Šebej, PhD.*

*Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 04001 Košice*

We live in a time where more and more jobs require either full or partial computer work. Many people are starting to experience various medical conditions, which are directly related to the sedentary type of work. In recent years, quite a few sitting posture monitoring systems have been developed to prevent back pain related to the bad sitting posture. In this work, we focus on proper sitting and posture when working with a computer and we review some available systems for posture monitoring. We have a look at different technologies and methods used, to help us design our own posture monitoring system. We then describe a process of designing a network of IoT sensors that is attached to the back of the chair and used to monitor a posture of a computer user. The data we collect are then processed and annotated so that it can be used for the artificial intelligence models. We use unsupervised and supervised machine learning algorithms and compare the results of those algorithms.

**Literatúra:**

1. M. Taieb-Maimon, J. Cwikel, B. Shapira, and I. Orenstein, “The effectiveness of a training method using self-modeling webcam photos for reducing musculoskeletal risk among office workers using computers,” *Appl. Ergon.*, vol. 43, no. 2, pp. 376–385, Mar. 2012, doi: 10.1016/J.APERGO.2011.05.015.
2. A. Kulikajevs, R. Maskeliunas, and R. Damaševičius, “Detection of sitting posture using hierarchical image composition and deep learning,” *PeerJ Comput. Sci.*, vol. 7, pp. 1–20, Mar. 2021, doi: 10.7717/PEERJ-CS.442/TABLE-4.
3. J. Roh, H.-J. Park, K. J. Lee, J. Hyeong, S. Kim, and B. Lee, “Sitting Posture Monitoring System Based on a Low-Cost Load Cell Using Machine Learning,” doi: 10.3390/s18010208.
4. F. Luna-Perejón, J. M. Montes-Sánchez, L. Durán-López, A. Vazquez-Baeza, I. Beasley-Bohórquez, and J. L. Sevillano-Ramos, “Iot device for sitting posture classification using artificial neural networks,” *Electron.*, vol. 10, no. 15, pp. 1–15, 2021, doi: 10.3390/electronics10151825.
5. S. Matuska, M. Paralic, and R. Hudec, “A Smart System for Sitting Posture Detection Based on Force Sensors and Mobile Application,” *Mob. Inf. Syst.*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/6625797.
6. B. Mahesh, “Machine Learning Algorithms-A Review Machine Learning Algorithms-A Review View project Self Flowing Generator View project Batta Mahesh Independent Researcher Machine Learning Algorithms-A Review,” *Int. J. Sci. Res.*, 2018, doi: 10.21275/ART20203995.

## METÓDY SAMOKONTROLOVANÉHO UČENIA PRE ANALÝZU MOLEKULÁRNYCH VLASTNOSTÍ

**Bc. Samuel Baran**

*Školiteľ: RNDr. Juraj Šebej, PhD.*

*Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice*

Vďaka zvýšenej popularite metód strojového učenia aplikovaných na úlohy predikcie molekulárnych vlastností zaznamenala chemoinformatika v posledných desaťročiach výrazný posun. Zároveň došlo k rozšíreniu datasetov a viacero nových modelov dosiahlo v úlohách predikcie molekulárnych vlastností sľubné výsledky.

Strojové učenie aplikované v oblasti spracovania molekúl však aj naďalej čelí viacerým výzvam. Molekulárne datasety sú oveľa menšie ako datasety z iných oblastí, keďže získavanie takýchto dát je vzhľadom na potrebu špecializovaných zariadení a dohľadu odborníkov náročné, no súčasne je priestor chemických zlúčenín enormne veľký. Výrazný nepomer množstva dostupných dát a celkovej veľkosti priestoru príkladov znemožňuje efektívne využitie metód učenia s učiteľom, pretože modely trénované na malých datasetoch zle generalizujú a sú náchylné na preučenie. Preto sa vývoj v posledných rokoch zamerá aj na oblasť samokontrolovaného učenia, ktorého prednosťou je primárne využitie neanotovaných dát na vytvorenie skrytých reprezentácií vstupov, ktoré poskytujú lepšiu východiskovú pozíciu pre modely učenia s učiteľom. Príkladmi takýchto metód v chemickej doméne sú MolCLR a ChemBERTa.

V tejto práci predstavíme metódu samokontrolovaného učenia, ktorá vznikla úpravou nedávno publikovanej metódy DINO pôvodne navrhutej na spracovanie obrazu tak, aby ju bolo možné aplikovať na grafové reprezentácie molekúl. Ako kostrovú architektúru sme namiesto visual transformerov použili grafovú konvolučnú neurónovú sieť a navrhli sme transformácie grafových reprezentácií molekúl tak, aby zachovávali pôvodnú ideu algoritmu DINO.

Naše experimenty ukázali, že aj napriek limitovanej predtréningovej fáze nami natrénovaný model prekonal existujúce modely učenia s učiteľom na väčšine datasetov a tiež zaznamenal oproti kontrolovanému tréningu grafovej konvolučnej siete lepšie výsledky na piatich zo šiestich datasetov. Zároveň sa nám podarilo prekonať metódu ChemBERTa na všetkých dostupných datasetoch a v porovnaní s ostatnými samokontrolovanými metódami naša predtréningová stratégia dosiahla porovnateľné výsledky.

### **Literatúra:**

1. WU, Zhenqin, et al. MoleculeNet: a benchmark for molecular machine learning. *Chemical science*, 2018, 9.2: 513-530.
2. CARON, Mathilde, et al. Emerging properties in self-supervised vision transformers. In: *Proceedings of the IEEE/CVF international conference on computer vision*. 2021. p. 9650-9660.

---

## GRAFY ÚTOKOV V KYBERNETICKEJ BEZPEČNOSTI

**Bc. Vladimír Homola**

*Školiteľ: doc. RNDr. JUDr. Pavol Sokol, PhD.*

*Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice*

V práci sa venujeme spracovaniu bezpečnostných údajov, analýze kybernetických útokov, technikám modelovania útokov, konkrétne generovaniu ich grafov. Bližšie sa venujeme nástroju pre generovanie grafov útokov – MulVAL. Tento nástroj je už pre dnešné potreby zastaralý a navyše nie je jednoduché ho na dnešných zariadeniach spustiť. Po preštudovaní aktuálneho stavu poznania pre tento nástroj sme sa rozhodli, že pôvodné jadro nástroja, ktoré používa logické programovanie, je to čo robí tento nástroj efektívnym. Preto sme sa rozhodli ho zachovať a zamerali sme sa na prerobenie vstupu a výstupu nástroja. Na vstupe je hlavnou zmenou, že zraniteľnosti sa sťahujú z externej databázy zraniteľností a dajú sa priebežne aktualizovať. Na výstupe sa graf exportuje do grafovej databázy, kde sa dá následne prezerať, poprípade na ňom vykonať ďalšia analýza.

### Literatúra:

1. ZENG, Jianping, et al.: Survey of attack graph analysis methods from the perspective of data and knowledge processing. Security and Communication Networks, 2019.
2. WANG, Lingyu; JAJODIA, Sushil; SINGHAL, Anoop. Network Security Metrics. Springer, 2017.
3. KAYNAR, Kerem. A taxonomy for attack graph generation and usage in network security. Journal of Information Security and Applications, 2016, 29: 27-56.
4. OU, Xinming; GOVINDAVAJHALA, Sudhakar; APPEL, Andrew W. MulVAL: A Logic-based Network Security Analyzer. In: USENIX Security Symposium. 2005. p. 8-8.

---

**RICEOV – SIFFOV ALGORITMUS A VYJADROVACIA SILA JEHO VÝSTUPOV**

**Autor<sup>1</sup> : Bc. František Kurimský**

**Autor<sup>2</sup> : Bc. Dominik Džama**

*Školiteľ: doc. RNDr. Ondrej Kridlo, PhD*

*Adresa : Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Jesenná 5,  
040 01 Košice*

V predloženej práci experimentálne poukazujeme na postačujúcu vyjadrovaciu silu informácie obsiahnutej v množine formálnych konceptov získaných tzv. Riceovým-Siffovým algoritmom. Spomínaný algoritmus vyhľadáva formálne koncepty v objektovo-atribútovej tabuľke pomocou Jaccardovej vzdialenosti, pričom spája vždy dva najbližšie koncepty. Počet získaných konceptov je zhruba dvojnásobok počtu objektov (resp menšieho z rozmerov vstupnej tabuľky). Spomínaný počet je rapídne menší než počet všetkých formálnych konceptov, ktorých je vo všeobecnosti exponenciálne veľa vzhľadom k rozmerom vstupnej tabuľky. Takto redukovanú množinu sme podrobili schopnosti pokrývania vstupnej tabuľky. Výsledky našej štúdie poukazujú na to, že i takáto extrémne redukovaná množina výsledkov má štatisticky rovnakú vyjadrovaciu silu ako plná množina všetkých formálnych konceptov.

## DIZAJN A IMPLEMENTÁCIA KOMPILÁTORA JAZYKA HASKELL

Matej Nižník

Školiteľ: doc. RNDr. Ondrej Krídlo PhD.

Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice

Cieľom práce je implementovať základy kompilátora štandardu Haskell2010, skúmajúc aktuálne používané techniky pri návrhu kompilátorov pre funkcionálne, nestriktne vykonávané a silne staticky typované jazyky.

### Literatúra:

1. Programovací jazyk Haskell, <https://www.haskell.org/>
2. Hudak, P., Hughes, J., Jones, S. Peyton, Wadler, P.: A History of Haskell: Being Lazy With Class
3. Programovací jazyk Miranda, <https://www.cs.kent.ac.uk/people/staff/dat/miranda/>
4. Glasgow Haskell Compiler, <https://www.haskell.org/ghc/>
5. Kompilátor Duet, <https://github.com/chrisdone/duet>
6. Programovací jazyk PureScript, <https://www.purescript.org/>
7. Programovací jazyk Elm, <https://elm-lang.org/>
8. 2021 State of Haskell Survey Results, <https://taylor.fausak.me/2021/11/16/haskell-survey-results/>
9. Haskell 2010 Language Report, <https://www.haskell.org/onlinereport/haskell2010/>
10. ECMAScript 2021 language specification, <https://www.ecma-international.org/publications-and-standards/standards/ecma-262/>
11. Programovací jazyk TypeScript, <https://www.typescriptlang.org/>
12. Programovací jazyk CoffeeScript, <https://coffeescript.org/>
13. Programovací jazyk C—, <https://www.cs.tufts.edu/~nr/c--/index.html>
14. The LLVM Compiler Infrastructure, <https://www.llvm.org/>
15. Happy, The Parser Generator for Haskell, <https://www.haskell.org/happy/>
16. Alex: A lexical analyser generator for Haskell, <https://www.haskell.org/alex/>
17. Knižnica megaparsec, <https://github.com/mrkrp/megaparsec>
18. Knižnica attoparsec, <https://github.com/bgamari/attoparsec>
19. Knižnica trifecta, <https://github.com/ekmett/trifecta>
20. Knižnica flatparse, <https://github.com/AndrasKovacs/flatparse>
21. Hindley, J. Roger: The Principal Type-Scheme of an Object in Combinatory Logic. Transactions of the American Mathematical Society, 146: 29–60 (1969)
22. Clement, D.: A Simple Applicative Language: Mini-ML. LFP'86, ACM (1986)
23. Jones, S. Peyton: Type inference as constraint solving: how GHC's type inference engine actually works. Zurich keynote talk (2019)
24. Core to core pipeline, <https://gitlab.haskell.org/ghc/ghc/-/wikis/commentary/compiler/core-to-core-pipeline>
25. Jones, S. L Peyton: Implementing lazy functional languages on stock hardware: the Spineless Tagless G-machine. (1992)
26. GRIN Compiler, <https://grin-compiler.github.io/>
27. Barendregt, H.: Introduction to generalized type systems. Journal of Functional Programming, 1 (2): 125–154 (1991)

---

**PARTIALLY NONDETERMINISTIC AUTOMATA - NONDETERMINISTIC CHOICE OF INITIAL STATES**

**Autor: Šimon Huraj**

*Školiteľ: RNDr. Juraj Šebej, PhD.*

*Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Jesenná 5, 040 01  
Košice*

We study nondeterministic automata, where the transitions are deterministic, and multiple states can be initial. This model is called a  $k$ -entry deterministic finite automata. We show the average state complexity of conversion from  $k$ -DFA to DFA. By the family, we call DFA without any initial state. Therefore, for a single  $n$ -state family, there are  $2^n$  possible choices of initial states. In other words, one family represents  $2^n$   $k$ -entry deterministic finite state automata. For every family, we are interested in the number of distinct languages and state complexities of all the languages in the family. We also show that for every  $n$ , there exists a family such that all  $2^n$  of its languages are distinct. We also provide various calculations on all families up to 5 states concerning state complexity and other properties. Computations are based on our theoretical results, which improve their complexity.

**Literatúra:**

1. Holzer, M., Salomaa, K. and Yu, S., On the State Complexity of  $k$ -Entry Deterministic Finite Automata, In: Journal of Automata, Languages and Combinatorics. Vol. 6, no. 4, p. 453-466, (2001)
2. Hopcroft, J. E., Motwani, R., Ullman, J. D., Introduction to automata theory, languages, and computation - international edition (2. ed). Addison-Wesley, (2003), ISBN 978-0201441246
3. Rabin, M. O., Scott, D., Finite automata and their decision problems, IBM J. Res. Dev., 3(2):114–125, (1959)

---

PROBLÉM  $k$ -CESTNÉHO VRCHOLOVÉHO POKRYTIA V GRAFOCH

Stanislav Švec

Školiteľ: RNDr. Rastislav Krivoš-Belluš, PhD.

Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice

Cieľom tejto práce bola implementácia a vytvorenie interaktívnej vizualizácie vybraných algoritmov na riešenie problému  $k$ -cestného vrcholového pokrytia v grafoch s využitím vizualizačnej knižnice. Podstatou tohoto NP-úplného problému je nájsť v grafe  $G$  takú množinu vrcholov  $S$ , že každá cesta rádu  $k$  v grafe obsahuje aspoň jeden vrchol z  $S$ , pričom mohutnosť  $S$  je najmenšia možná. Tiež sme sa zaoberali tzv. problémom váženého  $k$ -cestného vrcholového pokrytia, teda modifikáciou problému, kedy je každému vrcholu priradené kladné reálne číslo (váha), pričom cieľom je, aby súčet váh v množine  $S$  bol čo najmenší. V rámci práce sme sa zamerali na algoritmus hľadania optimálneho riešenia pre ľubovoľný súvislý graf na báze hrubej sily, pričom sme sa ho neskôr pokúsili čiastočne optimalizovať s využitím binárneho vyhľadávania a techniky exponenciálneho prehľadávania z jednej strany. Všetky tri varianty algoritmu sme porovnali otestovaním na všetkých vzájomne neizomorfných grafoch až do rádu 9 a urobili sme pre nich vizualizáciu, schopnú znázorniť priebeh každej implementácie algoritmu pre zadaný graf. Tiež sme sa venovali aj polynomiálnemu algoritmu na nájdenie optimálneho riešenia problému váženého  $k$ -cestného vrcholového pokrytia v grafoch typu cesta na báze dynamického programovania s časovou zložitostou  $O(nk)$ , pre ktorý sme tiež urobili vizualizáciu.

**Literatúra:**

1. B. Brešar, F. Kardoš, J. Katrenič, G. Semanišin: Minimum  $k$ -path vertex cover, December 2010, Discrete Applied Mathematics 159(12), DOI: 10.1016/j.dam.2011.04.008
1. B. Brešar, R. Krivoš-Belluš, G. Semanišin, P. Šparl: On the weighted  $k$ -path vertex cover problem, November 2014, Discrete Applied Mathematics 177:14–18, DOI: 10.1016/j.dam.2014.05.042

## APLIKOVANÁ INFORMATIKA

<b>Súťažiaci</b>
<b>Boris Hamadej, 3A1b</b> Identifikácia podozrivých forezných artefaktov ved. učiteľ: Mgr. Eva Marková
<b>Zuzana Hannelová, 3Ib</b> Vplyv anti-forezných techník na digitálne forezné vyšetovanie ved. učiteľ: Mgr. Eva Marková
<b>Bc. Peter Juhas, 2Im</b> Praktické aspekty indoor navigačnej aplikácie ved. učiteľ: RNDr. Miroslav Opiela, PhD.
<b>Martina Kuchtová, 3A1b</b> Methods of image modification for Neural Network Image Classification ved. učiteľ: RNDr. Miroslav Opiela, PhD.
<b>Henrieta Paločková, 3Ib</b> Automatizované spracovanie forezných artefaktov operačného systému Windows ved. učiteľ: doc. RNDr. JUDr. Pavol Sokol, PhD.
<b>Monika Rapavá, 4Ib</b> Threat intelligence model pre škodlivé emaily ved. učiteľ: Mgr. Eva Marková
<b>Bc. Viktória Mária Štedlová, 2Im</b> Využitie neurónovej siete natrénovanej na konkrétnu budovu pri indoor navigácii a lokalizácii. ved. učiteľ: RNDr. Miroslav Opiela, PhD.
<b>Matej Uhrin, 3ADUIb</b> Detekcia skóre v šípkach pomocou algoritmov počítačového videnia ved. učiteľ: RNDr. Miroslav Opiela, PhD.



---

## PRAKTICKÉ ASPEKTY INDOOR NAVIGAČNEJ APLIKÁCIE

**Bc. Peter Juhas**

*Školiteľ: RNDr. Miroslav Opiela, PhD.*

*Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 041 01 Košice*

In the past few years Global Navigation Satellite System (GNSS) has become very popular tool to navigate people all around the world. In the outside world GNSS is very precise and reliable form of outdoor navigation. Unfortunately this technique is not so accurate in indoor environments, thanks to degradation of satellite signals caused by thick walls and small deviation in localization via GNSS. Our thesis aims to improve indoor navigation solutions with focus on practical applicability and sustainability by exploring and improving existing methods of indoor navigation.

In our thesis we decided to compare indoor navigation algorithms with an emphasis on behavior of the sensors in the smartphone. We tested algorithms which are using accelerometer sensor as their primary source of data. To do correct testing, we proposed a template to test and verify accuracy and applicability of indoor navigation algorithms.

### **Literatúra:**

1. Mendoza-Silva, G.M., Torres-Sospedra, J. and Huerta, J., 2019. A meta-review of indoor positioning systems. *Sensors*, 19(20), p.4507.
2. Džama J. Smartphone-based indoor navigation application. Master's thesis, Košice: P.J.Šafárik University, 2021.
3. Potorti, F. et al., 2021. Off-line Evaluation of Indoor Positioning Systems in Different Scenarios: The Experiences from IPIN 2020 Competition. *IEEE Sensors Journal*.
4. Vežočník, M. and Juric, M.B., 2018. Average step length estimation models' evaluation using inertial sensors: A review. *IEEE Sensors Journal*, 19(2), pp.396-403.

---

## UTILIZATION OF NEURAL NETWORK TRAINED ON PARTICULAR BUILDING IN INDOOR POSITIONING

**Bc. Viktória Mária Štedlová**

*Školiteľ: RNDr. Miroslav Opiela, PhD.*

*Ústav informatiky, PF UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice*

Since indoor navigation cannot be achieved solely by using a GPS, there are many types of research using various methods and sensors to make the navigation as close as possible to the real location of the user. In this work, we are presenting how can neural networks be used to utilize indoor navigation. We aim to do it for one specific building so we can use characteristic features of the building. We have decided to use magnetometer field features in combination with data from a smartphone camera for our study. Magnetometer field data is convenient to use since compared to other indoor localization methods it is unique from building to building caused by the presence of ferromagnetic materials and it has temporal stability which is very suitable for our purpose. While magnetometer data can be limited by their low discernibility, we have eliminated this problem by training LSTM neural network that uses time series data, which is more unique and reliable. For training, we used sequence data from trajectories that each represent part of specific corridors from our building.

### Literatúra:

1. Mendoza-Silva, G.M., Torres-Sospedra, J. and Huerta, J., 2019. A meta-review of indoor positioning systems. *Sensors*, 19(20), p.4507.
2. Noroozi, M. and Favaro, P., 2016, October. Unsupervised learning of visual representations by solving jigsaw puzzles. In *European conference on computer vision* (pp. 69-84). Springer, Cham.
3. Qiu, X., Sun, T., Xu, Y., Shao, Y., Dai, N. and Huang, X., 2020. Pre-trained models for natural language processing: A survey. *Science China Technological Sciences*, pp.1-26.

---

## IDENTIFIKÁCIA PODOZRIVÝCH FORENZNÝCH ARTEFAKTOV

**Boris Hamadej**

*Mgr. Eva Marková*

*Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice*

Digitálna forenzná analýza sa stala nevyhnutnou súčasťou reakcie na počítačové bezpečnostné incidenty ako aj súčasťou vyšetrovania kybernetickej kriminality. Dôležitými krokmi forezného vyšetrovania sú identifikácia digitálnych stôp potenciálnych útočníkov, ich zber, analýza a ich následné zdokumentovanie. V našej práci sa venujeme metódam a postupom na čo najpresnejšie identifikovanie podozrivých forezných artefaktov v operačnom systéme Windows a ich efektívnemu využitiu pri analýze a detekcii anomálií. Ako náš modelový prípad používame „Prípád ukradnutej sečuánskej omáčky“ z portálu DFIR Madness. Tieto dáta sme predspracovali a na upravenom datasete sme otestovali niekoľko existujúcich metód na detekciu anomálií bez učiteľa, ako napríklad ECOD, IForest či PCA. Analyzovali sme výsledky a úspešnosť jednotlivých metód pri detekcii anomálií, čím sme získali lepší prehľad o možnostiach ich uplatnenia pri digitálnej foreznej analýze. Na základe našej analýzy sme vybrali najlepšie metódy a implementovali ich do jednoduchého nástroja, ktorý užívateľom poskytne možnosť vybrať si metódy, ktoré chcú použiť. Tento nástroj následne porovnáva čas behu jednotlivých metód a ich výsledky, čo užívateľom umožní lepšie porozumieť výhodám a nevýhodám jednotlivých metód a vybrať si z nich tie najvhodnejšie pre ich konkrétny prípad.

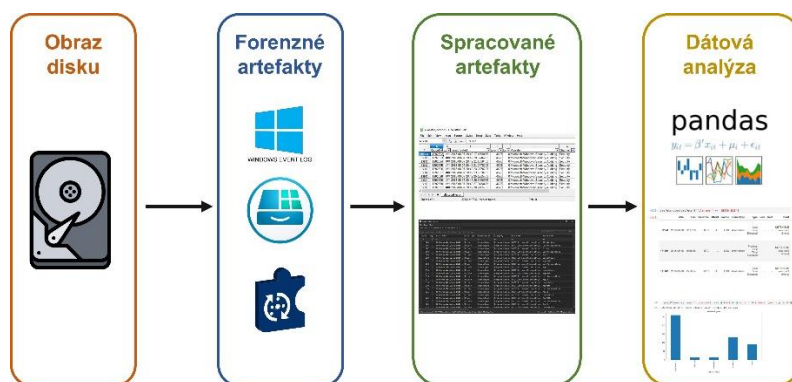
## AUTOMATIZOVANÉ SPRACOVANIE FORENZNÝCH ARTEFAKTOV OPERAČNÉHO SYSTÉMU WINDOWS

Henrieta Paločková

Školiteľ: doc. RNDr. JUDr. Pavol Sokol, PhD.

Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice

S narastajúcim trendom kybernetických hrozieb sa riešenie bezpečnostných incidentov stáva nepopierateľnou súčasťou každej organizácie. Tento proces zahŕňa niekoľko krokov počínajúc od zberu a zaistovania digitálnych stôp, cez ich spracovanie, až po ich celkovú analýzu. Digitálne stopy sa vo svetle digitálnej forenznej analýzy zvyknú označovať aj ako forenzne artefakty. Sú to objekty, ktoré majú nejakú foreznú hodnotu a teda obsahujú dáta alebo dôkazy o tom, že sa niečo stalo a tak tvoria dôležitú súčasť forenznej analýzy [1]. Foreznú analýzu definujeme ako detailný proces vyšetrovania, detekcie a dokumentácie dôvodu, priebehu a následkov bezpečnostného incidentu [2]. Takáto analýza je často zdĺhavá a náročná z hľadiska neprehľadnosti dát. V tejto práci sa venujem výberu forezných artefaktov, ktoré sú využiteľné vo foreznom vyšetrovaní a ich spracovaním pomocou nástrojov na parsovanie dát. Nad týmito dátami následne pomocou programovacieho jazyka Python vykonávam základnú analýzu za účelom získania štatistických informácií o zariadení, z ktorého boli dáta vyextrahované a o udalostiach, ktoré sa na ňom udiali. Výstupom tejto práce je nástroj, ktorý po navrhnutí, implementácii a vyhodnotení slúži na automatizované spracovanie forezných artefaktov z operačného systému Windows a prispieva tak k zníženiu času analytickej činnosti. Na Obr. 1 je uvedený všeobecný postup spracovania forezných artefaktov.



Obr. 1 Postup spracovania forezných artefaktov

### Literatúra:

1. Harichandran, Vikram S., et al. "Cufa: A more formal definition for digital forensic artifacts." *Digital Investigation* 18 (2016): S125-S137.
2. Daniel, Larry, and Lars Daniel. "Digital forensics for legal professionals." *Digital Forensics for Legal Professionals* (2012).

---

## METHODS OF IMAGE MODIFICATION FOR NEURAL NETWORK IMAGE CLASSIFICATION

**Martina Kuchtová**

*Školiteľ: RNDr. Miroslav Opiela, PhD.*

*Adresa: Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice*

Data pre-processing is a common approach to neural network-based image classification. We have decided to take a look at the impact that different methods of computer vision have on the results of classification. However, our focus was more on the image data that is fed into an already trained neural network, i.e. validation and testing data. The aim is to see if there are any methods that can be used to improve the accuracy of the results, despite the fact that the network has not been trained on such pre-processed data; conversely, which methods will give us significantly worse results than on the original data. These methods also allow us to simulate a wide range of different types of inputs, even those that are not ideal. We investigated the application of a range of compression and enhancement operations, filtering, segmentation and transformation, utilising image whitening and working with other colour models as well. By building on the analysis that we performed on 2 different image datasets and CNNs, we came to the conclusion that not all methods have the same impact on diverse data and networks. For a more accurate result, though, a more comprehensive analysis is required, involving a number of networks and data sets. Even so, there are methods that have a similar effect - in our case: they do not rapidly degrade the accuracy of the results, so that it remains roughly the same.

## DETEKCIA SKÓRE V ŠÍPKACH POMOCOU ALGORITMOV POČÍTAČOVÉHO VIDENIA

Matej Uhrin

Školiteľ: RNDr. Miroslav Opiela, PhD.

Ústav informatiky, Jesenná 5, 04001 Košice

V dnešnej dobe dokáže počítač vidieť viac, ako si myslíme. Počítačové videnie výrazne prispieva k automatizácii procesov, ktoré donedávna vykonávali iba ľudia. Cieľom tejto práce je naučiť počítač lokalizovať šípku zapichnutú v šípkarskom terči a priradiť takejto lokalizácii príslušné skóre podľa pravidiel šípkov. Využíva sa pri tom viacero techník počítačového videnia ako napr. geometrické transformácie, prahovanie, hľadanie aktívnych kontúr, detekcia hrán, čiar a rohov, ale aj bežné matematické operácie na obrázkoch. Správne a spoľahlivé fungovanie takejto detekcie môže byť základom softvérovej aplikácie, ktorá by mohla pomôcť šípkarom v ich tréningovom procese.



Obr. 1. Lokalizácia hrotu šípky v terči.

### Literatúra:

1. SZELISKI, R. 2022. Computer Vision: Algorithms and Applications. 2nd ed. 2022 edition. Cham: Springer.

---

## THREAT INTELLIGENCE MODEL PRE ŠKODLIVÉ EMAILY

**Monika Rapavá**

*Školiteľ: Mgr. Eva Marková*

*Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice*

Indikátory kompromitácie (IOC) sú časti údajov, ktoré identifikujú potencionálne malicióznou aktivitu v sieti alebo v systéme. Threat intelligence (TI) tvorí množina takýchto nazbieraných dát, ktoré sú posúdené a použité v súvislosti s bezpečnostnými hrozbami a zraniteľnosťami. Preto zohrávajú dôležitú úlohu v oblasti kybernetickej bezpečnosti. V tejto práci analyzujeme indikátory kompromitácie v škodlivých e-mailoch a následne pomocou TI obohacujeme tieto nazbierané dáta. Výstupom tejto práce je súhrn štatistík z extrahovaných atribútov pred a po obohacovaní a taktiež hľadanie vzťahov medzi indikátormi kompromitácie z rôznych e-mailov pochádzajúcich z karantény Office365 na našej univerzite. Týmto spôsobom je možné zjednodušiť prvotnú analýzu škodlivých e-mailov, čo slúži ako pomoc pri včasnom reagovaní na útoky rôzneho druhu.

### **Literatúra:**

1. LEGG, Phil; BLACKMAN, Tim. Tools and techniques for improving cyber situational awareness of targeted phishing attacks. In: 2019 International Conference on Cyber Situational Awareness, Data Analytics And Assessment (Cyber SA). IEEE, 2019. p. 1-4.
2. CONTI, Mauro; DARGAHI, Tooska; DEGHANTANHA, Ali. Cyber threat intelligence: challenges and opportunities. In: Cyber Threat Intelligence. Springer, Cham, 2018. p. 1-6.
3. COHEN, Aviad; NISSIM, Nir; ELOVICI, Yuval. Novel set of general descriptive features for enhanced detection of malicious emails using machine learning methods. Expert Systems with Applications, 2018, 110: 143-169.
4. TOUNSI, Wiem; RAIS, Helmi. A survey on technical threat intelligence in the age of sophisticated cyber attacks. Computers & security, 2018, 72: 212-233.

---

## VPLYV ANTI-FORENZNÝCH TECHNÍK NA DIGITÁLNE FORENZNÉ VYŠETROVANIE

**Zuzana Hannelová**

*Školiteľ: Mgr. Eva Marková*

*Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice*

Útočníci sa častokrát pokúšajú zahľadiť za sebou stopy, ktoré zanechali v kompromitovaných systémoch. Chcú totiž chrániť svoju identitu aj svoje postupy, ktoré používajú na preniknutie do systému. Používajú tzv. anti-forenzne techniky na oklamanie rôznych automatizovaných nástrojov a na spomalenie a zavádzanie forenzných vyšetrovateľov pri analýze digitálnych stôp. V tejto práci popisujeme štyri vybrané anti-forenzne techniky a ich vplyv na forenzne artefakty. Je dôležité poznať tieto vplyvy, aby bolo možné efektívnejšie analyzovať zaistené stopy z bezpečnostného incidentu. Keďže forenzna analýza sa už nevykonáva iba manuálne a je snaha mnohé procesy automatizovať, je dôležité poznať vplyv anti-forenznych techník aj na výsledky automatizovane vyhodnotených dát. Pri manuálnej analýze má síce timestomping (zmena časových pečiatok) menší vplyv ako mazanie súborov ale pri automatizovanej detekcii anomálií sa ukázalo, že timestomping ovplyvňuje výsledky oveľa viac ako mazanie.



## GEOGRAFIA A GEOINFORMATIKA

Súťažiaci
<b>Bc. Petra Dávidová, 1GGIm</b> Simulácia lavínového ohrozenia v Malej Studenej doline ved. učiteľ: Mgr. Ján Šašak, PhD.
<b>Bc. Denisa Jacková, 1BGmu</b> Budúcnosť vysokoškolského vzdelávania v kontexte zmenšujúcej sa študentskej populácie: demografický pokles na Slovensku ved. učiteľ: RNDr. Janetta Nestorová-Dická, PhD.
<b>Bc. Max Timothy Martin, 1GGIm</b> Hierarchická štruktúra miest Slovenska ved. učiteľ: doc. Mgr. Ladislav NOVOTNÝ, PhD.
<b>Mária Pavlikovská, 2EFMb</b> Význam vody v krasovom území a jej vplyv na kras ved. učiteľ: RNDr. Alena Gessert, PhD.
<b>Jozef Širotník, 3GGIb</b> Možnosti využitia Esri nástrojov pre tvorbu mobilnej GIS aplikácie ved. učiteľ: Mgr. Michaela Nováková
<b>Marcel Vasiľák, 2MGb</b> Historický vývoj a súčasná charakteristika teplotných, zrážkových a snehových pomerov vo Vysokých a Belianskych Tatrách ved. učiteľ: Mgr. Imrich Sládek, PhD.
<b>Mária Pavlikovská</b> Význam vody v krasovom území a jej vplyv na kras ved. učiteľ: RNDr. Alena Gessert, PhD.

---

**BUDÚCNOSŤ VYSOKOŠKOLSKÉHO VZDELÁVANIA V KONTEXTE ZMENŠUJÚCEJ  
SA ŠTUDENTSKEJ POPULÁCIE: DEMOGRAFICKÝ POKLES NA SLOVENSKU**

**Bc. Denisa Jacková**

*Školiteľ: RNDr. Janetta Nestorová-Dická, PhD.*

*Ústav geografie, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice*

Výrazný demografický zvrät, súvisiaci aj so zmenou pôrodnosti a plodnosti, vplýva cez veľkosť populácie v predškolskom, základníckom a stredoškolskom veku aj na populáciu vysokoškolských študentov a jeho ďalší vývoj na Slovensku. Cieľom príspevku je poukázať na budúci vývoj populácie vysokoškolských študentov v regiónoch Slovenska. Prognóza populácie vo veku 19 – 45 rokov do roku 2040 pre okresy Slovenska vychádzala z dosiaľ narodennej populácie a bola vytvorená prostredníctvom kohortno-komponentnej metódy, ktorá jednotlivé kohorty prognózovala na základe mier úmrtnosti a migrácie obyvateľstva podľa pohlavia. Na základe údajov Štatistického úradu a Centra vedecko-technických informácií SR boli analyzované miery vstupu študentov podľa veku, a takisto maturantov zo stredných škôl do vysokoškolského vzdelávania na Slovensku. Na základe tohto prieskumu a skonštruovanej populačnej prognózy boli vytvorené 2 modelové scenáre vývoja populácie vysokoškolských študentov. Prvý model predstavuje prognózu vývoja študentov podľa veku, a to pre 19 – 44 ročných. Druhý model je založený na predpoklade zachovania miery vstupu zo stredných škôl v regiónoch Slovenska z populácie 19 – 26 ročných, ako kľúčovej zložky populácie na slovenských vysokých školách. Vytvorené modely potvrdzujú regresívny vývoj počtu študentov do roku 2026, na väčšine územia Slovenska, s výnimkou zázemia Bratislavy. V nasledujúcom období možno očakávať miernu stabilizáciu, resp. miernu progresiu vo väčšine okresov. Populačné zmršťovanie však bude naďalej pokračovať v regióne severovýchodného a južného Slovenska. Príspevok predkladá budúci regionálny vývoj populácie vysokoškolákov, čo má strategický význam v dopyte po slovenskom vysokom vzdelaní.

**Kľúčové slová:** *vysoké školstvo, študenti, regióny, prognóza, kohortno-komponentná metóda, plodnosť, pôrodnosť*

---

## MOŽNOSTI VYUŽITIA ESRI NÁSTROJOV PRE TVORBU MOBILNEJ GIS APLIKÁCIE

Jozef Širotník

*Školiteľ: Mgr. Michaela Nováková*

*Ústav geografie, PF UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice*

Mobilné GIS aplikácie sa postupným vývojom technológií stávajú čoraz komplexnejšími nástrojmi na zber geografických informácií v teréne. Mobilný zber dát už v podstate môže vykonávať bežný používateľ pomocou “smart“ zariadenia – mobilného telefónu či tabletu. Medzi popredných vývojárov v tejto oblasti na svete patrí spoločnosť Esri. V súčasnosti ponúka veľké množstvo aplikácií určených na rôzne účely – od zberu dát v teréne, cez ich zdieľanie a analýzu až po vytváranie finálnych produktov vo forme máp či 3D modelov. Zaujímavými produktmi sú i nástroje na tvorbu vlastných aplikácií. Cieľom príspevku je predstaviť predovšetkým možnosti zberu dát v teréne pomocou dostupných, na to určených mobilných aplikácií od spoločnosti Esri, posúdiť možnosti a limity ich využitia a tiež zhodnotiť dostupné nástroje na tvorbu vlastných mobilných GIS aplikácií. V rámci práce boli vytvárané viaceré projekty zamerané na mesto Trebišov a mapovanie vybraných javov špecifických pre toto urbánne prostredie. Projekty mapovania boli vytvárané v jednotlivých aplikáciách, aby mohla byť adekvátne hodnotená ich celková funkcionálna a využiteľnosť pre vybrané tematické mapovania. Pre účely mobilného zberu dát v teréne sú určené tri aplikácie – Survey123, Quick Capture a Field Maps. Modelový projekt vytvorený pomocou Survey123 bol zameraný na zvýšenie bezpečnosti obyvateľov a mapovanie výskytu obťažovania formou dotazníka s možnosťami určenia polohy, s uvedením popisu situácie a ďalších detailov ako počet útočníkov, typ obťažovania, popis situácie, vek a pohlavie obete, čo by na danom mieste zmenili a podobne. Projekt v Quick Capture bol vytvorený na tému údržby zelene v meste, na základe podnetov o rôznych s tým súvisiacich problémoch. V aplikácii Field Maps, ktorá je najuniverzálnejšou a najkomplexnejšou, bol vytvorený projekt týkajúci sa mapovania druhov obytných budov v rámci mesta. Pre tvorbu vlastnej mobilnej GIS aplikácie bolo využité prostredie ArcGIS Appstudio, v ktorom bola vytvorená aplikácia určená na participatívne mapovanie pre občanov zaujímavých miest, kde môžu tráviť svoj voľný čas. Po analýze dostupných možností bola vzhľadom k obsahovej stránke projektu zvolená šablóna Quick Report. Používateľ môže dané miesto jednoducho zaradiť do kategórie, pridať názov, odfotiť čo považuje za dôležité, či pridať hodnotenie objektu alebo bližší popis.

**Kľúčové slová:** mobilná GIS aplikácia, Esri, Survey123, Quick Capture, Field Maps

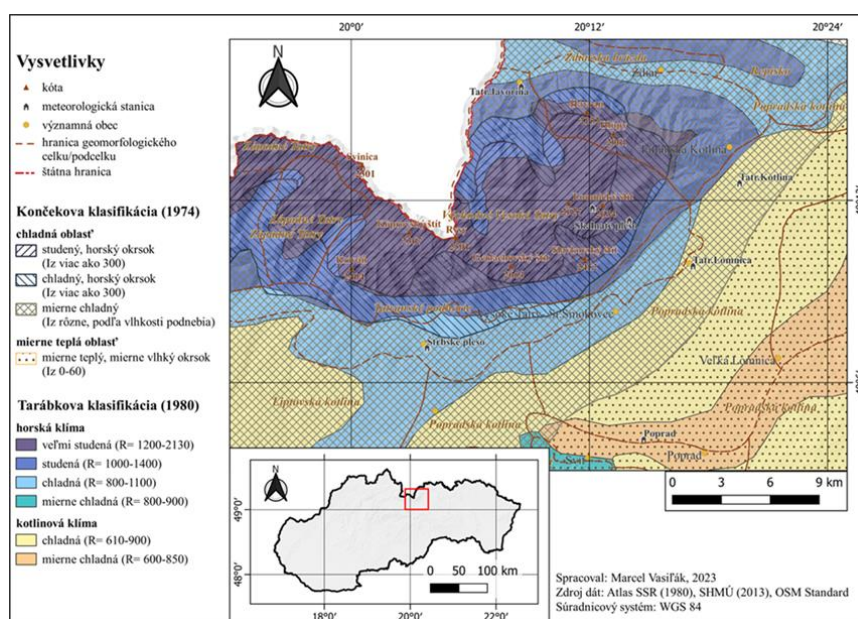
## HISTORICKÝ VÝVOJ A SÚČASNÁ CHARAKTERISTIKA TEPLOTNÝCH, ZRÁŽKOVÝCH A SNEHOVÝCH POMEROV VO VYSOKÝCH A BELIANSKÝCH TATRÁCH

Autor: Marcel Vasiľák

Školiteľ: Mgr. Imrich Sládek, PhD.

Adresa: Ústav geografie, Jesenná 5, 040 01 Košice

Tatry, najmenšie veľhory sveta, predstavujú zaujímavý a rôznorodé prostredie, atraktívne pre svoju krásu, polohu a mohutnosť pre ľudí z celého sveta – turistov, výskumníkov, vedcov či rekreatantov. Reprezentuje špecifický a premenlivý komplex biosférických, geologických, hydrologických a tiež klimatických aspektov, ktoré sú navzájom prepojené. Poloha horstva medzi oceánskou a kontinentálnou klímou mierneho pásma predurčuje komplikované a dynamické lokálne teplotné, zrážkové, veterné a iné podmienky. V práci sme na sieti meteorologických staníc v oblasti Vysokých a Belianskych Tatier analyzovali vývoj teplotných, zrážkových a snehových pomerov za rôzne obdobia v intervale rokov 1931 a 2020, v závislosti na konkrétnej charakteristike a meteorologickej stanici. V tatranskom horskom prostredí má na špecifické počasie a klímu zásadný vplyv nadmorská výška, všeobecná aj lokálna atmosférická cirkulácia či tvar reliéfu, pričom tieto faktory uvažujeme pri vyhodnocovaní aj v našej práci. V niektorých prípadoch tiež sledujeme dopad klimatickej zmeny – otepľovanie planéty a ďalšie vyplývajúce konsekvencie spôsobujú aj v Tatrách výrazné negatívne zmeny v trendoch počasia, pôdne suchá, zmeny ekosystémov, expanzia invázných rastlín a pod.



Obr. 1. Klimatická regionalizácia Vysokých a Belianskych Tatier a okolia podľa Končeka (1974) a Tarábka (1980) (Zdroj: vlastné spracovanie)

### Literatúra:

- BOHUŠ, I. et al., 1974: Klíma Tatier. Bratislava (Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied)

2. KONČEK, M., et al., 1973: Klimatické pomery Tatier. In STRNKA, M., MARČEK, A. (eds.) Zborník prác o Tatranskom národnom parku. Martin (Osveta, n. p.), pp. 239-324
3. PACL, J., 1973: Hydrológia Tatranského národného parku. In STRNKA, M., MARČEK, A. (eds.) Zborník prác o Tatranskom národnom parku. Martin (Osveta, n. p.), pp. 181-238
4. HLA VATÁ, H., ŠKVARENINA, J., ČEPČEKOVÁ, E., 2011: Bioclimatic and Precipitation Conditions in Mountain and Alpine Areas of Slovakia on Example of High Tatras Mts. In Životné prostredie, 45(2), pp. 64-70
5. KONČEK, M. et al., 1980: Ovzdušie a vodstvo. In: MAZÚR, E. et al. (eds.) Atlas SSR. Bratislava (Slovenská akadémia vied, Slovenský úrad geodézie a kartografie)
6. MIKULOVÁ, K., FAŠKO, P., ŠŤASTNÝ, P., 2015: Časť I- Klimatologické normály teploty vzduchu na Slovensku za obdobie 1961-1990. Národný klimatický program SR (NKP 13-I/15). Bratislava (SHMÚ)
7. MIKULOVÁ, K., FAŠKO, P., ŠŤASTNÝ, P., 2015: Klimatologické normály atmosférických zrážok za obdobie 1961 – 1990 na Slovensku. Národný klimatický program Slovenskej republiky (NKP 13-II/15). Bratislava (SHMÚ).
8. MIKULOVÁ, K. et al., 2019: Klimatologické normály za obdobie 1981 – 2010 na Slovensku. Národný klimatický program SR (NKP 14/19). Bratislava (SHMÚ)
9. MIKULOVÁ, K. et al., 2020: Klimatické normály atmosférických zrážok 1981 – 2010 na Slovensku. Národný klimatický program SR (NKP 15/20). Bratislava (SHMÚ)
10. KLEIN, D., 2020: Pokročilé štatistické metódy [online]. Košice (Univerzita Pavla Jozefa Šafárika). [cit. 12.03.2023] Dostupné na internete <<https://unibook.upjs.sk/img/cms/2020/pf/pokrocile-statisticke-metody.pdf>>
11. PRIBULLOVÁ, A., CHMELÍK, M., PECHO, J., 2011: Long Term Variability in Air Temperature in the High Tatras Mts. In Životné prostredie, 45(2), pp. 71-77
12. NIEDŹWIEDŹ, T., 1992: Climate of the Tatra Mountains. In Mountain Research and Development, 12(2), Berkeley (The University of California Press for United Nation University and International Mountain Society), pp. 131-146
13. HLA VATÁ, H., ČEPČEKOVÁ, E., 2007: Air temperature characteristics of the sub-Tatra in the period 1997 – 2006. In Štrelcová, K. et al. (eds.) Bioclimatology and natural hazards [online]. Bratislava (SHMÚ). [cit. 17.02.2023] Dostupné na internete <[http://www.cbks.cz/SbornikPolana07/pdf/Hlavata\\_Cepcekova.pdf](http://www.cbks.cz/SbornikPolana07/pdf/Hlavata_Cepcekova.pdf)>
14. POLČÁK, N., 2009: Základy klimatológie pre geografov. Banská Bystrica (Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici), p. 35
15. HLA VATÁ, H., ŠKVARENINA, J., ČEPČEKOVÁ, E., 2011: Bioclimatic and Precipitation Conditions in Mountain and Alpine Areas of Slovakia on Example of High Tatras Mts. In Životné prostredie, 45(2), pp. 64 – 70.
16. PECHO, J. et al., 2018: Výdatnosť atmosférických zrážok na Slovensku sa zvyšuje. In Aktuality SHMÚ [online]. Bratislava (SHMÚ). [cit. 17.02.2023] Dostupné na internete <<https://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=932i>>
17. SHMÚ, 2023: Prejavy klimatickej zmeny na globálnej úrovni. Klimatická zmena [online]. Bratislava (SHMÚ). [cit.02.02.2023] Dostupné na internete <<https://www.shmu.sk/sk/?page=1379>>
18. SIMAN, C., SLÁVKOVÁ, J., 2019: Vývoj snehovej pokrývky na Slovensku v období rokov 1981/1982 - 2017/2018 [online]. Bratislava (Slovenský hydrometeorologický ústav). [cit.

- 19.02.2023] Dostupné na internete  
<[https://www.shmu.sk/File/KMO/SimanC\\_SlavkovaJ\\_Vyvoj\\_snehovej\\_pokryvky\\_Slovensku\\_obdobie1981\\_82\\_2017\\_18.pdf](https://www.shmu.sk/File/KMO/SimanC_SlavkovaJ_Vyvoj_snehovej_pokryvky_Slovensku_obdobie1981_82_2017_18.pdf)>
19. LAPIN, M. et al., 2007: Snow cover changes scenarios for the Tatra Mountains in Slovakia [online]. Bratislava (SHMÚ; Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzita Komenského). [cit. 19.02.2023] Dostupné na internete  
<[https://www.shmu.sk/File/ExtraFiles/KMIS/pub\\_cinnost/Lapin\\_et\\_al\\_2007\\_ICAM.pdf](https://www.shmu.sk/File/ExtraFiles/KMIS/pub_cinnost/Lapin_et_al_2007_ICAM.pdf)>
20. PECHO, J. FAŠKO, P., 2016: Charakteristiky snehovej pokrývky na vysokohorských meteorologických staniach Slovenska v lete. In Aktuality SHMÚ [online]. Bratislava (SHMÚ). [cit. 14.02.2023] Dostupné na internete  
<<https://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=733>>
21. VOJTEK, M., FAŠKO, P., ŠŤASTNÝ, P., 2003: Some selected snow climate trends in Slovakia with respect to altitude. In Acta Meteorologica Iniversitatis Comenianae. Volume 32, 2003, pp. 17 – 27
22. TASR, 2015: V. Tatry: Sucho a horúčavy majú vplyv aj na teplotu a výšku hladín plies. In Enviroportál [online]. Bratislava (Ministerstvo životného prostredia SR). [cit. 05.03.2023] Dostupné na internete <<https://www.enviroportal.sk/clanok/vysoke-tatry-sucho-a-horucavy-maju-vplyv-aj-na-teplotu-a-vysku-hladin-plies>>
23. BEDNÁŘ, J. et al., 2017: Elektronický meteorologický slovník [online]. Česká meteorologická společnost. [cit. 14.02.2023] Dostupné na internete <<http://slovník.cmes.cz/>>
24. VIDO, J. et al., 2015: Drought Occurrence in Central European Mountainous Region (Tatra National Park, Slovakia) within the Period 1961–2010. In Hindawi.com [online]. [cit. 05.03.2023] Dostupné na internete <<https://www.hindawi.com/journals/amete/2015/248728/>>
25. TASR, 2022: Klimatické zmeny spôsobujú podľa ochranárov aj šírenie nových parazitov. Enviroportál [online]. Bratislava (Ministerstvo životného prostredia SR). [cit. 08.03.2023] Dostupné na internete <<https://www.enviroportal.sk/clanok/enviro-klimaticke-zmeny-sposobuju-podla-ochranarov-aj-sirenie-novych-parazitov>>
26. ŠTRBA, P., GOGOLÁKOVÁ, A., 2010: Nebezpečenstvo ohrozenia biodiverzity Vysokých Tatier šírením invázných druhov rastlín. In INTERAKTÍVNA KONFERENCIA MLADÝCH VEDCOV 2010: zborník abstraktov [online]. Banská Bystrica (OZ Preveda). [cit.05.03.2023] Dostupné na internete  
<[https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/45/112/45112042.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/45/112/45112042.pdf)>
- 27 SLOVENSKÁ LESNÍCKA SPOLOČNOSŤ, 2012: Klimatické pomery Vysokých Tatier [online]. Bratislava (Scientica s.r.o.). [cit. 07.03.2023] Dostupné na internete  
<[https://www.scientica.sk/workspace/media/documents/klimat\\_pomery\\_vt.pdf](https://www.scientica.sk/workspace/media/documents/klimat_pomery_vt.pdf)>
28. TASR, 2022: Z lesov v okrese Gelnica ubúdajú smrekky, dôvodom je zmena klimatických podmienok. Enviroportál [online]. Bratislava (Ministerstvo životného prostredia SR). [cit. 06.03.2023] Dostupné na internete <<https://www.enviroportal.sk/clanok/enviro-gelnica-z-lesov-ubudaju-smrekky-dovodom-je-zmena-klimatickych-podmienok>>

---

VÝZNAM VODY V KRASOVÉM ÚZEMÍ A JEJ VPLYV NA KRAS

Mária Pavlikovská

*Školiteľ: RNDr. Alena Gessert, PhD.*

*Adresa: Ústav geografie, Jesenná 5, 040 01 Košice*

**ABSTRAKT**

Cieľom nasledujúcej práce je priblíženie vývoja krasu a rozličných funkcií vody, ktorá zohráva veľkú úlohu v krasových územiach. Budeme sa teda zaoberať tým, čo je to kras, aké faktory musia byť splnené na jeho vytvorenie a aké formy vieme pozorovať v takomto území. Bližšie si rozoberieme aj funkcie vody, jej cirkuláciu, ako zdroj H<sub>2</sub>O vieme stopovať v krase a procesy, ktoré sú s touto anorganickou zlúčeninou spojené. Pozrieme sa aj na to, v akých lokalitách Slovenska sa niektoré formy krasu vyskytujú. Má to byť najmä informačná práca pre spopularizovanie krasu a priblíženie jeho krás širšej verejnosti, preto budeme vedieť výsledky zhodnotiť až po odprezentovaní práce.

Kľúčové slová: kras – voda – faktory vzniku

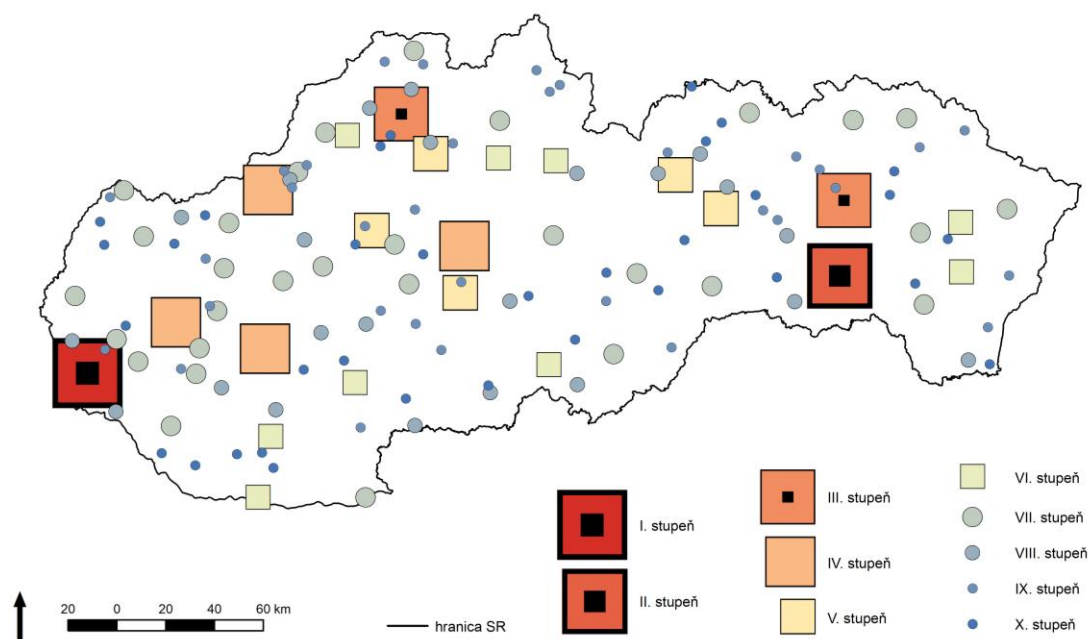
## HIERARCHICKÁ ŠTRUKTÚRA MIEST SLOVENSKA

Bc. Max Timothy Martin

Školiteľ: doc. Mgr. Ladislav Novotný, PhD.

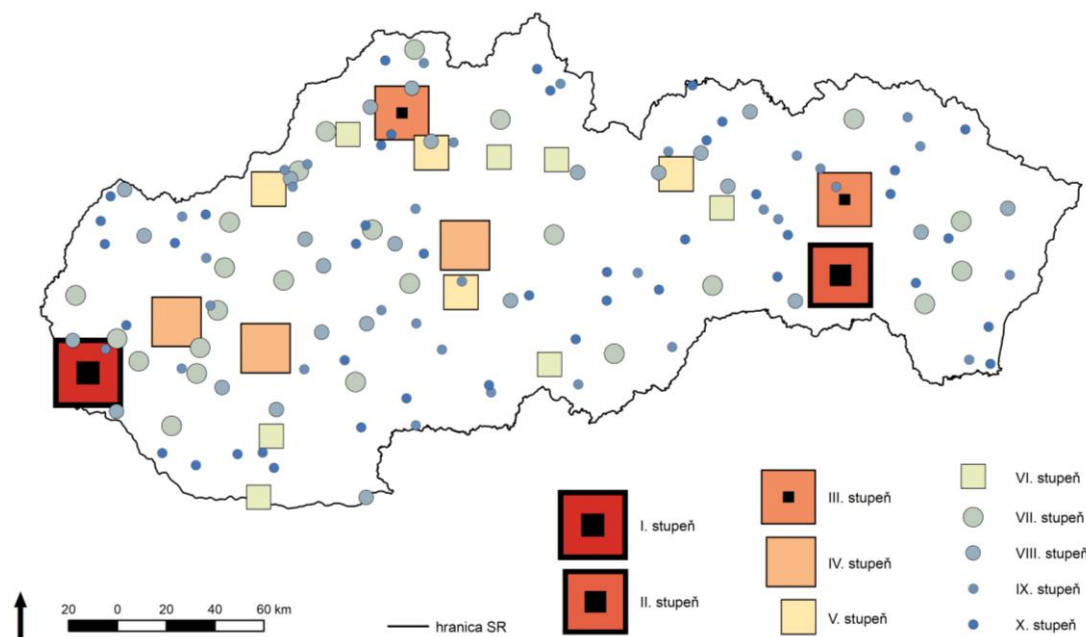
Adresa: Ústav geografie, PF UPJŠ, Jesenná 5, 080 01 Košice, e-mail: ug@upjs.sk

Abstrakt: V tomto príspevku sa venujeme urbánnej hierarchii na Slovensku, berúc do úvahy mnohé faktory ako dopravný potenciál, vybavenosť a populácia. Použitím týchto kritérií sme vytvorili návrhy pre aktuálnu hierarchickú štruktúru miest Slovenska. Keďže sídelná hierarchia sa dá vnímať aj využívať v rôznych kontextoch, boli vytvorené rôzne výstupy, ktoré boli porovnané s výsledkami autorov, ktorí sa tejto problematike venovali v minulosti. Tieto návrhy hierarchie miest Slovenska môžu slúžiť ako podklady v ďalšej odbornej aj celospoločenskej diskusii ohľadom reformy verejnej správy, či územného členenia krajiny. Poznanie hierarchie miest na Slovensku je dôležité aj v kontexte riadenia krajiny a tvorby politiky, keďže ponúka pohľad na vnútornú sociálno-ekonomickú štruktúru krajiny a jej dynamiku.



Obr. 1. Hierarchická štruktúra miest SR v celoštátnom kontexte





Obr. 2. Hierarchická štruktúra miest SR v regionálnom kontexte (variant 2)

Literatúra:

1. BAŠOVSKÝ, O. 1964: Košice – geografia mesta. *Acta Geologica et Geographica Universitatis Comenianae, Geographica*, 4, 295-319.
2. BAŠOVSKÝ, O., 1991: Sídlná štruktúra Slovenska z hľadiska životného prostredia. *Životné prostredie*, 1, Bratislava, 33–38.
3. BAŠOVSKÝ, O., ŠVECOVÁ, A. 2002: Hierarchia sídelného systému. *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. Bratislava
4. KAMIŃSKI, Z. 1971: Próba opracowania miernika statystycznego do badañ nad hierarchia funkcjonalna sieci osadnictwa wiejskiego. *Miasto*, 84(6), 18.
5. KOREC, P. (2007). Vplyv post-industriálneho štádia vývoja spoločnosti a globalizácie na regionálny vývoj Slovenska. *Geographia Cassoviensis*, 1(1), 75-80.
6. SLAVÍK, V. 1991: Hierarchická štruktúra centier Slovenska podľa stupňa občianskej vybavenosti. *Geographica*, 30. Bratislava, 71-102.
7. SODB 2021: Dochádzka (obyvateľstvo prichádzajúce) podľa pohlavia, 5-ročných vekových skupín, periodicity dochádzky, spôsobu dopravy a vzdelania. Bratislava (Štatistický úrad Slovenskej republiky).
8. SODB 2021: Dochádzka (obyvateľstvo prichádzajúce) podľa pohlavia, vekových skupín (0 - 14, 15 - 64, 65+), periodicity dochádzky a spôsobu dopravy. Bratislava (Štatistický úrad Slovenskej republiky).
9. ŠÚSR 2021: Počet obyvateľov podľa pohlavia – obce (ročne). Bratislava (Štatistický úrad Slovenskej republiky).

## Simulácia lavínového ohrozenia v Malej Studenej doline

**Bc. Petra Dávidová**

*Mgr. Ján Šašak, PhD.*

*Adresa: Ústav geografie, PF UPJŠ, Jesenná 5, 080 01 Košice, e-mail: [ug@upjs.sk](mailto:ug@upjs.sk)*

**Abstrakt:** Vysokohorské oblasti na Slovensku patria medzi celoročne využívané strediská cestovného ruchu. Počas zimného obdobia sú tieto oblasti ohrozované lavínami, ktoré okrem poškodzovania infraštruktúr a lesného porastu predstavujú riziko pre turistov. Presná identifikácia lavínových dráh umožňuje lepšie navrhovať zimné turistické trasy a predchádzať materiálnym škodám a stratám na životoch. V tejto práci sa venujeme simulácii lavínových dráh v Malej Studenej doline vo Vysokých Tatrách. Na modeláciu bol využitý detailný digitálny model terénu. Výsledky simulácií sú porovnávané s existujúcimi lavínovými dráhami a slúžia na identifikáciu najviac ohrozených častí turistického chodníka v doline.

**Kľúčové slová:** lavína, modelácia lavín, Malá Studená Dolina, RAMMS

### Literatúra:

1. Avalanche Canada, 9. 4. 2023: *Slope Aspect*, Revelstoke (Avalanche Canada Foundation). Dostupné na: <https://avysavvy.avalanche.ca/en-ca/slope-aspect>
2. Avalanche Canada, 8. 4. 2023: *Slope Angle*, Revelstoke (Avalanche Canada Foundation). Dostupné na: <https://www.avalanche.ca/glossary/terms/slope-angle>
3. BARBOLINI, M., GRUBER, U., KEYLOCK, C. J., NAAIM, M., SAVI, F., 2000: Application of statistical and hydraulic-continuum dense-snow avalanche models to five real European sites. *Cold Regions Science and Technology*, 31, 133-149. Dostupné na: [https://doi.org/10.1016/S0165-232X\(00\)00008-2](https://doi.org/10.1016/S0165-232X(00)00008-2)
4. BULIČKA, M., 2015: Jak souvisí struktura sněhou s uvolněním lavin. *LAVINY A SNÍH*. Dostupné na: <https://skitourguru.com/clanek/58-laviny-a-snih>
5. BAVAY, M., LEHNING, M., JONAS, T., LÖWE, H., 2008: Simulations of future snow cover and discharge in Alpine headwater catchments. *Hydrological Processes*, 23, 95-108. Dostupné na: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hyp.7195>
6. CHRISTEN, M., KOWALSKI, J., BARTELT, P., 2010: RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Regions Science and Technology*, 63, 1-14. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2010.04.005>
7. DENT, J.D., LANG, T.E., 1983: A BIVISCOUS MODIFIED BINGHAM MODEL OF SNOW AVALANCHE MOTION. *Annals of Glaciology*, 4, 42-46. Dostupné na: <https://doi.org/10.3189/S0260305500005218>
8. EGLIT, M.E., DEMIDOV, K.S., 2005: Mathematical modeling of snow entrainment in avalanche motion. *Cold Regions Science and Technology*, 43, 10-23. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2005.03.005>
9. HZS, 29. 3. 2023: *Nauka o snehu a lavínach* (Horská záchranná služba). Dostupné na: <https://www.laviny.sk/metodika-laviny/nauka-o-snehu-a-lavinach/>

10. KAČMÁROVÁ, Z., 2013: *Vybrané fyzickogeografické faktory ovplyvňujúci vznik lavinových procesů v centrálnej časti Nizkých Tater a analýza lavinového ohroženi - Diplomová práca*. Brno (Masarykova Univerzita)  
Dostupné na: [https://is.muni.cz/th/scaxf/DP\\_Kacmarova.pdf](https://is.muni.cz/th/scaxf/DP_Kacmarova.pdf)
11. KRAUSE, D., 2013: *Morfologie lavinových drah - Bakalárska práca*. Praha (Univerzita Karlova). Dostupné na:  
[https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/53543/BPTX\\_2012\\_1\\_11310\\_0\\_321302\\_0\\_1\\_29780.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/53543/BPTX_2012_1_11310_0_321302_0_1_29780.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
12. LEHNING, M., VÖLKSCH, I., GUSTAFSSON, D., NGUYEN, T. A., STÄHLI, M., ZAPPA, M., 2006: ALPINE3D: a detailed model of mountain surface processes and its application to snow hydrology. *Hydrological Processes*, 20, 2111-2128. Dostupné na:  
<https://doi.org/10.1002/hyp.6204>
13. LUKNIŠ, M., 1973: *Reliéf Vysokých Tatier a ich predpolia*. Bratislava (Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied Bratislava)
14. Maverix Snow, 11. 4. 2023: *AVALANCHE FACTORS*, Hollenzen. Dostupné na:  
[https://www.maverix.org/snowboard\\_blog\\_temperature\\_avalanche\\_factors.html](https://www.maverix.org/snowboard_blog_temperature_avalanche_factors.html)
15. MCCLUNG, D.M., 1990: A Model for Scaling Avalanche Speeds. *Journal of Glaciology*, 36, 188-198. Dostupné na:  
<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-glaciology/article/model-for-scaling-avalanche-speeds/189E9AAE2209FAC77CB113E7CAB53B0F>
16. NSIDC, 10. 4. 2023: *Avalanche Awareness* (National Snow and Ice Data). Dostupné na:  
<https://people.uwec.edu/jolhm/eh3/group4/references/nsidc.htm>
17. RADERSCHALL, N., LEHNING, M., SCHÄR, C., 2008: Fine-scale modeling of the boundary layer wind field over steep topography. *Water Resources Research*, 44, 1-18. Dostupné na:  
<https://doi.org/10.1029/2007WR006544>
18. SAMPL, P., GRANIG, M., 2009: Avalanche Simulation With SAMOS-AT. *International Snow Science Workshop – Davos*, 519-523. Dostupné na: <https://arc.lib.montana.edu/snow-science/item/294>
19. SCHWEIZER, J., JAMIESON, J. B., SCHNEEBELI, M., 2003: SNOW AVALANCHE FORMATION. *Reviews of Geophysics*, 41, 1016. Dostupné na:  
<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2002RG000123>
20. WSL, 10. 4. 2023: *Avalanche types*, Birmensdorf (Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft). Dostupné na: <https://www.slf.ch/en/avalanches/avalanche-science-and-prevention/avalanche-types.html>
21. WSL, 10. 4. 2023: *Alpine 3D*, Birmensdorf (Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft). Dostupné na: <https://www.wsl.ch/en/services-et-produits/logiciels-sites-internets-et-apps/alpine-3d.html>
22. 15. WSL, 10. 4. 2023: *RAMMS::Avalanche*, Birmensdorf (Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft). Dostupné na:  
<https://ramms.slf.ch/en/modules/avalanche.html>

---

## STAV OSOBNÝCH AUTOMOBILOV V SLOVENSKEJ REPUBLIKE V ROKU 2021

**Bc. Viktória Zet'áková**

*Školiteľ: doc. Mgr. Ladislav Novotný, PhD.*

*Adresa Ústav geografie, PF UPJŠ, Jesenná 5, 040 01 Košice, e-mail: ug@upjs.sk*

Osobné automobily sú súčasťou každodenného života takmer každého Slováka. Osobná doprava je však jedným z najväčších znečisťovateľov ovzdušia, čo v súvislosti s klimatickou krízou sústreďuje pozornosť na vývoj počtu automobilov na obyvateľa a ich štruktúru s ohľadom na alternatívne pohony, produkciu emisií a podobne. Úzky súvis vidíme aj medzi rastom motorizácie a počtom zranení spôsobenými autonehodami, či smrteľnými nehodami. Početnosť automobilov sa však v jednotlivých obciach a mestách mení v závislosti od rôznych faktorov, ako sú vzdialenosť do práce či finančné pomery. Práve kvôli úzkemu vzťahu medzi početnosťou automobilov a dochádzkou do práce sme sa rozhodli vizualizovať údaje pomocou kartogramov a kartodiagramov na úrovni obcí a funkčných mestských regiónov z roku 2001 na úrovni B podľa Bezáka. Zamerali sme sa taktiež na početnosť podľa držiteľa, kde sme najviac osobných automobilov vlastnenými organizáciami zaznamenali v Bratislavskom FMR. Avšak rozdiel medzi prvým a druhým najpočetnejším FMR (Košice), bol takmer sedemnásobný. Taktiež sme analyzovali dáta podľa druhu paliva, ktoré vplyva na klimatickú krízu, kde výsledkom bolo, že 51,0% osobných automobilov jazdí na benzín, ďalších 45,2% jazdí na naftu, 2,1% využíva čistý plyn alebo v kombinácii s predchádzajúcimi palivami, 0,7% využíva elektrinu (najmä v kombinácii) a 1% neuviedlo palivo. Cieľom príspevku bolo nájsť a poukázať na vzťahy medzi podielom automobilov v rôznych kategóriách a jednotlivými regiónmi a ich charakteristikami, ale aj zhodnotiť celkovú situáciu.

### Literatúra:

1. BEZÁK, A., 2014: Funkčné mestské regióny na Slovensku v roku 2001. In: Lauko, V. et al., eds., Regionálne dimenzie Slovenska. Bratislava: Univerzita Komenského, s. 169-198.
2. KOMORNICKI, T., 2003: Factors of development of car ownership in Poland. Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal, 23:4, 413-431. [shorturl.at/opxL5](http://shorturl.at/opxL5)
3. KOPITS, E., CROPPER, M., 2005: Traffic fatalities and economic growth. Accident Analysis & Prevention, 37:1, 169-178. ISSN 0001-4575. [shorturl.at/bdqH0](http://shorturl.at/bdqH0)
4. MATSUMOTO, K., et al. 2021: Demographic, Social, Economic, and Regional Factors Affecting the Diffusion of Hybrid Electric Vehicles in Japan. Energies , 14:2130. <https://doi.org/10.3390/en14082130>
5. ŠÚSR 2021: Počet obyvateľov podľa pohlavia – obce (ročne). Bratislava (Štatistický úrad Slovenskej republiky).
6. UNECE.ORG. 2023: Passenger car rate per 1000 inhabitants 2021. [shorturl.at/bxyAQ](http://shorturl.at/bxyAQ)
7. WACHNICKA, J., et al., 2019: The effects of selected factors on regional road fatalities – analysis of the Łódź region. MATEC Web of conferences, 262, 8. [shorturl.at/bHJR6](http://shorturl.at/bHJR6)

## DIDAKTIKA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

Súťažiaci
<b>Bc. Diana Almašiová, 2A1Imu</b> Návrh STEAM projektov a ich implementácia do školskej praxe ved. učiteľ: PaedDr. Ján Guniš, PhD.
<b>Bc. Dominik Borovský, 2MFmu</b> Nástroje otvorenej vedy vo fyzikálnom modelovaní: Nové možnosti v STEM vzdelávaní ved. učiteľ: doc. RNDr. Jozef Hanč, PhD.
<b>Bc. Martin Kostúr, 2MFmu</b> Žiacke skúmanie termoelektrického zdroja napätia ved. učiteľ: doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.
<b>Bc. Magdaléna Oravkinová, 2MFmu</b> Interaktívne vzdelávacie aktivity v matematickej štatistike ved. učiteľ: doc. RNDr. Martina Hančová, PhD.
<b>Bc. Katarína Revická, 1MFmu</b> Objasnenie problému preložených listov kníh v rámci zmiešanej výučby ved. učiteľ: doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.
<b>Bc. Lukáš Vanda, 2MFmu</b> Aplikovanie bádateľských prístupov k vyučovaniu matematiky ved. učiteľ: doc. RNDr. Stanislav Lukáč, PhD.

---

## NÁVRH STEAM PROJEKTOV A ICH IMPLEMENTÁCIA DO ŠKOLSKEJ PRAXE

**Bc. Diana Almašiová**

*Školiteľ: PaedDr. Ján Guniš, PhD.*

*Oddelenie znalostných vied a didaktiky informatiky, Ústav informatiky, Prírodovedecká fakulta  
UPJŠ, Jesenná 5, 041 54 Košice*

Táto práca sa venuje implementácii STEAM projektov do vyučovania s využitím zariadenia BBC micro:bit [1]. Cieľom práce je analyzovať súčasný stav vyučovania informatiky na školách na Slovensku a navrhnúť vylepšenia pomocou STEAM projektov [2]. V zahraničí sa STEAM vzdelávanie preukázalo ako efektívne a zvýšilo záujem a motiváciu žiakov v technických odboroch [3]. Zariadenie BBC micro:bit preukázateľne pomáha v oblasti programovania ako žiakom, tak aj učiteľom. V tejto práci predstavujeme interdisciplinárne projekty, ktoré sú realizované pomocou BBC micro:bitu. Projekty využívajú znalosti z oblasti fyziky, matematiky alebo aj biológie. Metodiky implementácie projektov sú predstavené spolu so vzdelávacími cieľmi, ktoré na seba postupne nadväzujú v poradí, v akom sú uvedené. Projekty boli overené počas súvislej výstupovej pedagogickej praxe na základnej škole, na gymnáziu a na voľnočasovom STEAM krúžku pre gymnazistov.

### Literatúra:

1. **BBC micro:bit. 2017.** *Make it: code it.* [Online] 2017. [Dátum: 10. 4 2023.] <https://microbit.org/projects/make-it-code-it/>.
2. **KALAŠ, I. 2021.** Didinfo. *Informatika na križovatke. Mój názor.* [Online] 2021. [Dátum: 10. 4. 2023.] [http://didinfo.net/images/DidInfo/files/DIDINFO\\_2021\\_zbornik.pdf](http://didinfo.net/images/DidInfo/files/DIDINFO_2021_zbornik.pdf). 978-80-557-1823-1.
3. **TRAN, N., HUANG, Ch. a HUNG, J. 2021.** *Frontiers in Education. Exploring the Effectiveness of STEAM-Based Courses on Junior High School Students' Scientific Creativity.* [Online] 30. 11 2021. [Dátum: 10. 4. 2023.] <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/educ.2021.666792/full>.

## NÁSTROJE OTVORENEJ VEDY VO FYZIKÁLNO M DELOVANÍ: NOVÉ MOŽNOSTI V STEM VZDELÁVANÍ

**Bc. Dominik Borovský**

Školiteľ: doc. RNDr. Jozef Hanč, PhD.

Adresa: Oddelenie didaktiky fyziky, Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Park  
Angelinum 9, 040 01 Košice

Fyzikálne teórie nám umožňujú skrz modely robiť predpovede: na základe kompletného opisu fyzikálneho systému môžeme formulovať predikcie výsledkov meraní. Tento proces sa nazýva aj priamy problém. K nemu opačný inverzný problém spočíva v použití výsledkov meraní na zistenie hodnôt parametrov charakterizujúcich systém pri spätnej konfrontácii modelu s realitou. V súčasnej ére otvorenej dátovej vedy máme k dispozícii pokročilé nástroje, ktoré nám umožňujú efektívne riešiť inverzné problémy. V našom príspevku sa tak zameriavame na podporu fyzikálneho modelovania vo vzdelávaní prostredníctvom nástrojov otvorenej dátovej vedy pri riešení inverzných problémov s potenciálom nielen na VŠ, ale aj vo fyzikálnych súťažiach na SŠ.

V príspevku sa venujeme riešeniu vybraných inverzných problémov z predmetov vyučovaných na UPJŠ: určenie rezonančnej frekvencie sériového RLC obvodu z dát zo vzdialeného experimentu iSES [1], pád ľahkej lopty s uvažovaním odporu vzduchu a určenie charakteristických parametrov Wilberforceovho kyvadla z Turnaja mladých fyzikov [2]. Riešenia sú realizované v prostredí interaktívnych Jupyter notebookov [3] s využitím CAS SageMath [4] pre symbolické a numerické výpočty, Python knižnice pre nelineárnu optimalizáciu lmfit [5], knižnice s nástrojmi dátovej vedy pandas [6] a vedeckého Pythonu Scipy [7]. V príspevku pojednávame o možnostiach fitovania modelov v podobe ľubovoľných funkcií daných explicitne predpisom alebo implicitne v podobe diferenciálnych rovníc ako funkcionalite navyše oproti zaužívaným systémom Coach, Tracker alebo Geogebra. Ďalej prezentujeme možnosti automatizácie spracovania celej sady meraní, ľahkej úpravy a reprodukovateľnosti spracovania dát a implementáciu interaktívnych prvkov.

### Literatúra:

- [1] LUSTIG, F. et al. *iSES - Internet School Experimental System* [online]. 2023. [cit. 2023-03-12]. Dostupné na internete: <<https://www.ises.info/index.php/cs/laboratory>>
- [2] UY, R.F. et al. Wilberforce pendulum: modelling linearly damped coupled oscillations of a spring-mass system. In *European Journal of Physics*. 2021. Vol. 43, no. 1, s. 015011.
- [3] PÉREZ, F. et al. *Jupyter Project* [online]. 2023. [cit. 2023-04-12]. Dostupné na internete: <<https://jupyter.org/>>.
- [4] ZIMMERMANN, P. et al. *Computational Mathematics with SageMath*. 1. vyd. Philadelphia: SIAM, 2018. ISBN 978-1-61197-545-1.
- [5] NEWVILLE, M. et al. *LMFIT: Non-Linear Least-Squares Minimization and Curve-Fitting for Python* [online]. 2022. [cit. 2023-04-12]. Dostupné na internete: <<https://lmfit.github.io/lmfit-py/>>.
- [6] MCKINNEY, W. *Python for Data Analysis: Data Wrangling with pandas, NumPy, and Jupyter*. . 3. vyd. Boston: O'Reilly Media, 2022. ISBN 978-1-09-810403-0.
- [7] VIRTANEN, P. et al. *SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python*. In *Nature Methods*. 2020. Vol. 17, no. 3, s. 261–272.

---

**OBJASNENIE PROBLÉMU PRELOŽENÝCH LISTOV KNÍH V RÁMCI ZIEŠANEJ VÝUČBY**

**Autor: Bc. Katarína Revická**

*Školiteľ: doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.*

*Adresa: Oddelenie didaktiky fyziky, Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach*

V príspevku sa venujeme objasneniu populárneho problému známemu ako Interleaved Phonebooks. Ide o dvojicu kníh, ktoré majú vzájomne poprekladané listy a potrebujeme veľkú silu na ich oddelenie. V našej práci žiakom približujeme príčiny ťažkého oddeľovania kníh cez trenie a rozklad síl.

Prvky zmiešanej výučby uplatňujeme pri domácej príprave, vďaka ktorej sa žiaci pripravujú na meranie na hodine fyziky a skupinovej práci žiakov na hodinách. Žiaci po preštudovaní úvodného textu sú nabádaní k formulovaniu hypotéz a návrhu experimentov na ich overenie. Naš prínos je vo vytvorení študijného materiálu pre domácu prípravu žiakov, zopakovanie príčiny vzniku trecej sily a rozkladu síl, ako aj pracovného listu a aparatury na meranie sily potrebnej na oddelenie kníh s poprekladanými listami v závislosti od rôznych parametrov. Experimenty navrhujeme realizovať na stanovištiach, pričom malé skupiny využívajú rotáciu medzi nimi. Navrhovaná metodika sa dá použiť na upevnenie nového učiva pri dynamike v prvom ročníku gymnázia, ale aj na zopakovanie prebraných tematických celkov v maturitnom ročníku.

**Literatúra:**

1. R. Taub, et al. (2021). Nonlinear amplification of adhesion forces in interleaved books. The European Physical Journal E. 44. 10.1140/epje/s10189-021-00068-z.
2. H. Alarcon et al. (2016). Self-Amplification of Solid Friction in Interleaved Assemblies. Physical Review Letters. 116. 10.1103/PhysRevLett.116.015502.



---

## APLIKOVANIE BÁDATEĽSKÝCH PRÍSTUPOV K VYUČOVANIU MATEMATIKY

**Lukáš Vanda**

*doc. RNDr. Stanislav Lukáč, PhD.*

*ODM, ÚMAT, PF UPJŠ, Jesenná 5, Košice 040 01*

Práca je zameraná na aplikovanie bádateľských prístupov k vyučovaniu geometrie na základnej škole. Bádateľské prístupy k vyučovaniu vychádzajú z konštruktivistického konceptu učenia. Žiakom by mali umožniť aktívne osvojovanie nových pojmov a vzťahov prostredníctvom bádateľských činností, ktoré umožňujú žiakom pozorovať a skúmať objekty a javy z reálneho sveta a experimentovaním v podnetnom učebnom prostredí nadobúdať nové skúsenosti a poznatky. Hlavným cieľom práce bolo navrhnúť a vyskúšať v školskej praxi metodické a učebné materiály založené na bádateľských prístupoch k učeniu matematiky. Vybrané námety boli spracované do podoby metodík a učebných materiálov založených na bádateľských prístupoch k učeniu. Dôležitou súčasťou navrhnutých metodík boli pracovné listy, pričom niektoré z nich sme overili v reálnych školských podmienkach. Pripravené metodické a učebné materiály boli vyskúšané v 6. a 8. ročníku základnej školy a získané výsledky boli podrobené kvantitatívnej aj kvalitatívnej analýze.

### **Literatúra:**

1. Calleja, J.: Teaching mathematics through inquiry. A continuing professional development programme design. Journal of the international society for design and development in education, iss. 9, 2016.
2. Held, Ľ. A kol.: Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania. Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave, 2011.
3. Hejný, M., Novotná, J., Stehlíková, N.: Dvacet pět kapitol z didaktiky matematiky, 1. díl. Univerzita Karlova v Praze, 2004.
4. Serra, M.: Discovering geometry, an investigative approach. Key Curriculum Press, 2003.

## INTERAKTÍVNE VZDELÁVACIE AKTIVITY V MATEMATICKEJ ŠTATISTIKE

**Bc. Magdaléna Oravkinová**

*Školiteľ: doc. RNDr. Martina Hančová, PhD.*

*Ústav matematiky, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 04001 Košice*

Štatistika sa v dnešnom modernom svete dát stáva jedným z najdôležitejších predmetov štúdia. Dramaticky narastá dopyt po výučbe štatistiky vo všetkých vedeckých disciplínach, nie len v oblasti prírodných vied ale aj humanitných. S tým súvisí súčasný rozsiahlejší výskum v oblasti teórie vyučovania štatistiky. Podľa doterajšieho výskumu vizualizácia a experimentovanie zohrávajú kľúčovú úlohu v aktívnom poznávaní matematickej štatistiky, čo následne vedie k hlbšiemu pochopeniu štatistických pojmov, ich správnej interpretácií, či aplikácii v reálnych situáciách [1].

Ťažiskom práce je tvorba podporných interaktívnych materiálov pre potreby predmetu Matematická štatistika vyučovanom na našej fakulte. Primárne je využívaný softvér GeoGebra, ktorý svojimi možnosťami vizualizácie, tvorbou dynamických simulácií, či iných učebných pomôcok, predstavuje alternatívy, ako zinteraktívniť výučbu štatistiky a vytvoriť tak prostredie, v ktorom by študenti nadobúdali nové poznatky vlastným aktívnym bádáním [2, 3]. V práci predstavíme nami vytvorené interaktívne applety na výpočet a vizualizáciu intervalov spoľahlivosti pre štyri základné typy rozdelení pravdepodobnosti - binomické, normálne, exponenciálne a Poissonovo.

Applety sú doplnené o pracovné listy vo forme GeoGebra knihy umožňujúce riadené objavovanie samotného princípu a vlastností intervalov spoľahlivosti na základe riešenia úloh s reálnym kontextom. Pracovné listy dopĺňa vytvorená zbierka úloh. Úlohy vhodné na získanie okamžitej spätnej väzby prostredníctvom e-hlasovania alebo pomocou Google formulárov sú zamerané na výpočet intervalov spoľahlivosti, skúmanie ich vlastností a prepojenie s testovaním hypotéz [4, 5, 6].

V poslednej časti práce sú zhrnuté výsledky pilotného overenia materiálov a reflexia na zistené závery.

### **Literatúra:**

- [1] BEN-ZVI, D. – MAKAR. K.- GARFIELD, J.: International Handbook of Research in Statistics Education. Springer International Handbooks of Education, 2018.
- [2] WASSIE, Y. A.- ZERGAW, G. A.: Capabilities and Contributions of the Dynamic Math Software, GeoGebra. In *North American GeoGebra Journal*, 2018, vol. 7, no. 1.
- [3] ZIATDINOV, R.- VALLES, J. R.: Synthesis of Modeling, Visualization, and Programming in GeoGebra as an Effective Approach for Teaching and Learning STEM Topics. In *Mathematics 2022*, vol. 10, no. 3.
- [4] Peck, R., Olsen, Ch., Devore, J. L.: Introduction to Statistics & Data Analysis, 5th ed., Cengage Learning, 2016.
- [5] Peck, R., Short, T.: Statistics: Learning from Data, 2nd ed., Cengage Learning, 2019.
- [6] Utts, J. M., Heckard, R., F.: Mind on Statistics, 6th ed., Cengage Learning, 2021.

---

**ŽIACKE SKÚMANIE TERMoeLEKTRICKÉHO ZDROJA NAPÄTIA**

**Autor: Bc. Martin Kostúr**

*Školiteľ: doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.*

*Adresa: Oddelenie didaktiky fyziky, Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach*

Príspevok pojednáva o problematike zmiešanej výučby a možnostiach jej adaptácie vo fyzikálnom vzdelávaní. Prínosom je vzdelávací materiál na tému Peltierov článok s dôrazom na aktívne poznávanie žiakov. Príprava tejto aktivity v zmysle zmiešanej výučby bola zvolená za účelom zabezpečiť motiváciu žiakov a ich pripravenosť na náplň vyučovacej jednotky. V rámci práce bol vytvorený text pre žiacke samoštúdium a školské vzdelávacie aktivity na stanovištiach pre prácu malých skupín. V úvode každej aktivity je uvedená žiacka vedecká otázka, ktorú v jej priebehu žiaci preskúmajú. Žiaci využívajú rotáciu stanovišť, podľa formulovaného záujmu o riešenie výskumných otázok. Stanovištia sú zamerané na pozorovanie termoelektrických javov, skúmanie závislostí napätia a výkonu na teplotnom rozdiely, stanovenie vnútorného odporu Peltierovho článku a demonštráciu aplikácií s Peltierovým článkom. V závere aktivity žiaci prostredníctvom formatívnych hodnotiacich nástrojov hodnotia, čo sa počas aktivity naučili. Aktivita bola zaradená do programu zábavno-vedeckého centra Steelpark Košice. Lektori centra boli zaškolení na správne vedenie aktivity. V práci sú priložené všetky vytvorené materiály pre samoštúdium a prácu žiakov v školskom laboratóriu.

**Literatúra:**

1. FERRIMANN, J. 2014. 6 Easy Steps for Flipping a Classroom. [online]. [cit. 10.04.2023] Dostupné na <https://www.learndash.com/6-steps-for-flipping-your-classroom/>
2. Brame, C., (2013). Flipping the classroom. [online]. [cit. 10.04.2023] Dostupné na <http://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/flipping-the-classroom/>.

## PROGRAMÁTORSKÁ SÚŤAŽ

Súťažiaci
Zuzana Baluchová, 1Ib
Sophia Hornáková, 1Ib
Daniel Makkai, 1MIb
Lucia Majerčáková, 1ADUIb
Rastislav Pintér, 1MIb
Adam Garafa , 1Ib
Andrii Popovych, 1Ib
Bohdan Kuchinka, 1Ib
Branislav Pastula, 3ADUIb
Norbert Michel', 2ADUIb
Lukáš Varga, 1ADUIb
Samuel Durkáč, 1ADUIb
Stanislav Švec, 3Ib
Matej Uhrin, 3ADUIb

## IHRA

<b>Súťažiaci</b>
<b>Bc. Dominik Džama, 1Im</b>
<b>Jakub Malicher, 1A1b</b>
<b>Serhii Stoienko, 1ADUIb</b>

VÝSLEDKY ŠTUDENTSKEJ VEDECKEJ KONFERENCIE PF UPJŠ  
v ROKU 2023

počet sekcií	<b>14</b>
programátorská súťaž	
Ihra	
počet prác ŠVOČ	<b>101</b>
počet študentov na programátorskej súťaži	<b>14</b>
počet študentov na súťaži Ihra	<b>3</b>
nesúťažné vystúpenia 8 stredoškóľakov s počtom prác	<b>6</b>
ŠPS v ak. roku 2022/23	78
ŠPS počnúc LS 2022/23	13
<b>ŠPVS v ak. roku 2022/23</b>	<b>40</b>
ŠPS celkovo zapojené do ŠVK	<b>36</b>
ŠPVS zapojené do ŠVK	<b>30</b>

Počty prác ŠVOČ v jednotlivých sekciách

<b>MIKROBIOLOGIA, BIOLÓGIA RASTLÍN A ŽIVOČÍCHOV</b>	<b>9</b>
<b>BIOLÓGIA ČLOVEKA A BUNKOVÁ BIOLÓGIA</b>	<b>5</b>
<b>ANALYTICKÁ CHÉMIA</b>	<b>10</b>
<b>ANORGANICKÁ CHÉMIA</b>	<b>10</b>
<b>BIOCHÉMIA</b>	<b>6</b>
<b>FYZIKÁLNA CHÉMIA</b>	<b>8</b>
<b>ORGANICKÁ CHÉMIA</b>	<b>7</b>
<b>FYZIKA I (FYZIKA KONDENZOVANÝCH LÁTOK, TEORETICKÁ FYZIKA)</b>	<b>7</b>
<b>FYZIKA II (BIOFYZIKA A JADROVÁ FYZIKA)</b>	<b>4</b>
<b>MATEMATIKA</b>	<b>6</b>
<b>ANALÝZA DÁT, UMELÁ INTELIGENCIA A INFORMATIKA</b>	<b>8</b>
<b>APLIKOVANÁ INFORMATIKA</b>	<b>8</b>
<b>GEOGRAFIA a GEOINFORMATIKA</b>	<b>7</b>
<b>DIDAKTIKA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY</b>	<b>6</b>

---

**Sekcia: MIKROBIOLÓGIA, BIOLÓGIA RASTLÍN A ŽIVOČÍCHOV**

**1. miesto: Bc. Tereza Labovská, 2BFRm**

Rozšírenie vybraných zástupcov rodu *Iris* L. na Slovensku  
ved. učiteľ: RNDr. Matej Dudáš, PhD.

**2. miesto : Bc. Noemi Kožejová, 2ZFZm**

Zimná aktivita netopierov v mestskej aglomerácii  
ved. učiteľ: doc. RNDr. Marcel Uhrin, PhD.

**3. miesto: Bc. Júlia Milanová, 2ZFZm**

Integrative taxonomy of cave representatives of the genus *Pygmarrhopalites* (Hexapoda, Collembola) of Western Carpathians  
ved. učiteľ: prof. RNDr. Ľubomír Kováč, CSc.

**Sekcia: BIOLÓGIA ČLOVEKA A BUNKOVÁ BIOLÓGIA**

**1. miesto: Bc. Gabriela Blašková, 2GMCm**

Úloha proteínov rodiny ERM v regulácii expresie proteínu BCRP a intracelulárneho obsahu hypericínu v nádorových bunkách  
ved. učiteľ: doc. RNDr. Rastislav Jendželovský, PhD.

**2. miesto: Bc. Lukáš Malčický, 2GMCm**

Charakterizácia Reissnerovho vlákna a subkomisurálneho orgánu v komorovom systéme mozgu a v mieche hlodavcov  
ved. učiteľ: RNDr. Anna Alexovič Matiašová, PhD.

**3. miesto: Ivan Bukhun, 3Bb**

Apoptóza neurónov v reakcii na patologický stimul počas vývinu a v dospelosti  
ved. učiteľ: doc. RNDr. Juraj Ševc, PhD

---

**Sekcia: ANALYTICKÁ CHÉMIA**

**1. miesto: Bc. Anastasiia Repetska, 2AnCHm**

Extrakcia železa s využitím teploty zákalu micelárnych roztokov.  
ved. učiteľ: RNDr. Jana Šandrejová, PhD.

**2. miesto: Bc. Martina Lukáčová, 2AnCHm**

HPLC enantioseparácia s využitím rôznych chirálnych selektorov  
ved. učiteľ: doc. RNDr. Taťána Gondová, CSc.

**3. miesto: Bc. Andrea Gajdošová, 2AnCHm**

Vývoj nových postupov pre spektrofotometrické stanovenie ortuti  
ved. učiteľ: RNDr. Jana Šandrejová, PhD.

**3. miesto: Bc. Dominik Harenčár, 2AnCHm**

Vortexom asistovaná mikroextrakčná fluorescenčná metóda stanovenia kyseliny pikrovej  
ved. učiteľ: prof. Dr. Yaroslav Bazel', DrSc.

**Sekcia: ANORGANICKÁ CHÉMIA**

**1. miesto: Bc. Nikola Vargová, 2ACHm**

Syntéza MOF materiálov s objemnými tetra/oktatopickými ligandami a ich charakterizácia  
ved. učiteľ: doc. RNDr. Miroslav Almáši, PhD.

**2. miesto: Bc. Marek Szabó Dózsa, 1ACHm**

Heteroleptické komplexy Co(II) na báze Schiffových báz  
ved. učiteľ: prof. RNDr. Juraj Černák, DrSc.

**3. miesto: Bc. Lenka Auxtová, 2ACHm**

Komplexy derivátov pyridínkarboxylových kyselín  
ved. učiteľ: Mgr. Michaela Rendošová, PhD.

**3. miesto: Bc. Michaela Benediková, 2ACHm**

Iónové a neutrálne komplexy paládia s 5-nitro-8-hydroxychinolínom.  
ved. učiteľ: doc. RNDr. Ivan Potočňák, PhD.



---

**Sekcia: BIOCHÉMIA**

**1. miesto: Bc. Ivana Kostková, 2BICHm**

Izolácia a štúdium NADH oxidázy  
ved. učiteľ: doc. RNDr. Rastislav Varhač, PhD.

**2. miesto: Bc. Michaela Salaková, 1BFm**

Vývoj metódy pre testovanie aktivity variantov stafylokinázy selektovaných ribozómovým displejom  
ved. učiteľ: Mgr. Mária Tomková, PhD.

**3. miesto: Adriana Varha, 3CHb**

Umelo-vytvorený DNA systém so zabudovanými nekanonickými štruktúrnymi motívmi  
ved. učiteľ: doc. RNDr. Viktor Víglaský, PhD.

**Sekcia: FYZIKÁLNA CHÉMIA**

**1. miesto: Bc. Mária Paračková, 2FYCHm**

Príprava katalyzátorov pre reakciu vývoja vodíka bez vzácnych kovov  
ved. učiteľ: prof. RNDr. Renáta Oriňaková, DrSc.

**2. miesto: Bc. Ivana Mojžišová, 1BCHmu**

Príprava, charakterizácia a optimalizácia podmienok prípravy Zn biodegradovateľných materiálov modifikovaných keramickým povlakom  
ved. učiteľ: RNDr. Radka Gorejová, PhD.

**3. miesto: Bc. Frederika Chovancová, 2FYCHm**

Stanovenie inzulínu na uhlíkových tlačených elektródach modifikovaných amfifílnymi nanočasticami chitozánou  
ved. učiteľ: RNDr. Ivana Šišoláková, PhD.

**Sekcia: ORGANICKÁ CHÉMIA**

**1. miesto: Bc. Gabriela Ondrejковиčová, 2OCHm**

Stereoselektívna syntéza a cytotoxická aktivita nových aminotriolov izofyfosfingozínového typu  
ved. učiteľ: RNDr. Kristína Vargová  
Konzultant: doc. RNDr. Miroslava Martinková, PhD.

**2. miesto: Bc. Tomáš Ján Liška, 2OCHm**

N-acylhydrazóny ako biologicky aktívne látky a gelátory  
ved. učiteľ: RNDr. Ján Elečko, PhD.

**3. miesto: Bc. Tibor Mórocz, 2OCHm**

Syntéza stereoizomérnych 3,4-diamino-3,4-dideoxyfyfosfingozínov s potenciálnou protirakovinovou aktivitou  
ved. učiteľ: RNDr. Jana Špaková Raschmanová, PhD.  
Konzultant: doc. RNDr. Miroslava Martinková, PhD.

---

**Sekcia: Fyzika I (Fyzika kondenzovaných látok a teoretická fyzika)**

**1. miesto: Martin Lukáč, 3Fb**

Elektrónové vlastnosti kvázi jednorozmernej retiazky NbCl<sub>4</sub> z prvých princípov.  
ved. učiteľ: RNDr. Martin Gmitra, PhD.

**2. miesto: Bc. Illia Kozin, 2FKLm**

Experimentálne štúdium magnetických vlastností nízkorozmerných systémov so spinom  $\frac{1}{2}$   
ved. učiteľ: RNDr. Róbert Tarasenko, PhD.

**3. miesto: Peter Dubecký, 2Fb**

Uhlové rozlíšenie inštrumentu P21.2 v prípade 2D difrakčného experimentu  
ved. učiteľ: RNDr. Jozef Bednarčík, PhD.

**Sekcia: Fyzika II (Biofyzika a jadrová fyzika)**

**1. miesto: Tomáš Grivalský, 3Fb**

Stavba G-M detektora na platforme Raspberry Pi na overenie projektu radiačnej ochrany a on-line monitorovanie prostredia  
ved. učiteľ: RNDr. Martin Jasenčák, PhD.

**2. miesto: Miroslav Kurka, 3BFb**

Vývoj metód na analýzu evolúcie proteínov pomocou bioinformatiky a výpočtovej biológie  
ved. učiteľ: RNDr. Michal Gala

**3. miesto: -**

---

**Sekcia: MATEMATIKA**

**1. miesto: Bc. Diana Švecová, 2MMm**

3-zafarbiteľnosť grafov daných zakázanými indukovanými podgrafmi  
ved. učiteľ: RNDr. Mária Maceková, PhD.

**2. miesto: Bc. Alexandra Kolačková, 2ADUIm**

Nevlastné zafarbenia toroidálnych grafov  
ved. učiteľ: RNDr. Mária Maceková, PhD.

**3. miesto: Bc. Radka Schwartzová, 2MGmu**

Skoro disjunktné množiny prirodzených čísel a topologické priestory  
ved. učiteľ: RNDr. Jaroslav Šupina, PhD.

**Sekcia: ANALÝZA DÁT, UMEĽÁ INTELIGENCIA A INFORMATIKA**

**1. miesto: Bc. Samuel Baran, 2Im**

Metódy samokontrolovaného učenia pre analýzu molekulárnych vlastností  
ved. učiteľ: RNDr. Juraj Šebej, PhD.

**2. miesto: Šimon Huraj, 3Ib**

Partially nondeterministic automata - Nondeterministic choice of initial states  
ved. učiteľ: RNDr. Juraj Šebej, PhD.

**3. miesto: Matej Nižník, 4Ib**

Dizajn a implementácia kompilátora jazyka Haskell  
ved. učiteľ: doc. RNDr. Ondrej Krídlo, PhD.

**Sekcia: APLIKOVANÁ INFORMATIKA**

**1. miesto: Bc. Viktória Mária Štedlová, 2Im**

Využitie neurónovej siete natrénovanej na konkrétnu budovu pri indoor navigácii a lokalizácii.  
ved. učiteľ: RNDr. Miroslav Opiela, PhD.

**2. miesto: Matej Uhrin, 3ADUIb**

Detekcia skóre v šípkach pomocou algoritmov počítačového videnia  
ved. učiteľ: RNDr. Miroslav Opiela, PhD.

**3. miesto: Martina Kuchtová, 3AIb**

Methods of image modification for Neural Network Image Classification  
ved. učiteľ: RNDr. Miroslav Opiela, PhD.

---

**Sekcia: GEOGRAFIA A GEOINFORMATIKA**

**1. miesto: Bc. Denisa Jacková, 1BGmu**

Budúcnosť vysokoškolského vzdelávania v kontexte znižujúcej sa študentskej populácie: demografický pokles na Slovensku

ved. učiteľ: RNDr. Janetta Nestorová-Dická, PhD.

**2. miesto: Bc. Max Timothy Martin, 1GGIm**

Hierarchická štruktúra miest Slovenska

ved. učiteľ: doc. Mgr. Ladislav Novotný, PhD.

**3. miesto: Bc. Petra Dávidová, 1GGIm**

Simulácia lavínového ohrozenia v Malej Studenej doline

ved. učiteľ: Mgr. Ján Šašak, PhD.

**Sekcia: DIDAKTIKA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY**

**1. miesto: Bc. Magdaléna Oravkinová, 2MFmu**

Interaktívne vzdelávacie aktivity v matematickej štatistike

ved. učiteľ: doc. RNDr. Martina Hančová, PhD.

**2. miesto: Bc. Lukáš Vanda, 2MFmu**

Aplikovanie bádateľských prístupov k vyučovaniu matematiky

ved. učiteľ: doc. RNDr. Stanislav Lukáč, PhD.

**3. miesto: Bc. Dominik Borovský, 2MFmu**

Nástroje otvorenej vedy vo fyzikálnom modelovaní: Nové možnosti v STEM vzdelávaní

ved. učiteľ: doc. RNDr. Jozef Hanč, PhD.

**Sekcia: PROGRAMÁTORSKÁ SÚŤAŽ**

**1. miesto: Matej Uhrin, 3ADUIb**

**2. miesto: Norbert Michel, 2ADUIb**

**3. miesto: Branislav Pastula, 3ADUIb**

**Sekcia: IHRA**

**1. miesto: Bc. Dominik Džama, 1Im**

**2. miesto: Jakub Malicher, 1AIb**

**3. miesto: Serhii Stojenko, 1ADUIb**

## **Študentská vedecká konferencia PF UPJŠ 2023**

*Zborník abstraktov zo Študentskej vedeckej konferencie PF UPJŠ v Košiciach,  
ktorá sa konala 19. apríla 2023*

Zostavovateľ: doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.

Vydavateľ: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach  
Vydavateľstvo ŠafárikPress

Rok vydania: 2023

Počet strán: 137

Rozsah: 6,8 AH

Vydanie: prvé



ISBN 978-80-574-0203-9 (e-publikácia)

