

APVV.SK

SK



AGENTÚRA  
NA PODPORU  
VÝSKUMU A VÝVOJA



MINISTERSTVO  
ŠKOLSTVA, VEDY,  
VÝSKUMU A ŠPORTU  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

SK

ISBN 978-80-99991-11-9



9

788099

991119

2024 VÝSKUMNÉ PROJEKTY S VÝNIKAJÚCOU ÚROVŇOU

# Vydané v roku 2024 VÝSKUMNÉ PROJEKTY S VÝNIKAJÚCOU ÚROVŇOU

# OBSAH

|          |   |
|----------|---|
| Príhovor | 4 |
| Úvod     | 6 |

## Prírodné vedy

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Modelovanie neurčitosti: rozšírenia a zovšeobecnenia niektorých špeciálnych metód a ich aplikácie / APVV-18-0052         | 10 |
| Kotranskripčné formovanie pre-mRNA štruktúry, model štruktúrnych motívov nevyhnutných pre definíciu exónu / APVV-18-0096 | 12 |
| Asymetrické bunkové delenie počas tvorby bakteriálnej endospóry / APVV-18-0104                                           | 14 |
| Relaxačné procesy v kvantových magnetických systémoch / APVV-18-0197                                                     | 16 |
| Funkčná analýza a produkcia bioaktívnych látok hmyzu a kliešťov / APVV-18-0201                                           | 18 |
| Nekonvenčné aplikácie nových sekvenčných technológií v komparatívnej a funkčnej genomike / APVV-18-0239                  | 20 |
| Štruktúra ťažkých exotických jadier / APVV-18-0268                                                                       | 22 |
| Nelineárne javy v dynamických systémoch z prírodných a technických vied / APVV-18-0308                                   | 24 |

## Technické vedy

|                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Optimálny návrh mikro/nano konštrukcií pre metamateriály / APVV-18-0004                                                                                   | 28 |
| Globálna charakterizácia svetelného znečistenia / APVV-18-0014                                                                                            | 30 |
| Vývoj nových metód pre analýzu spoľahlivosti zložitých systémov / APVV-18-0027                                                                            | 32 |
| Nanokvapaliny v elektrotechnike / APVV-18-0160                                                                                                            | 34 |
| Inteligentné odevy pre systém elektronického zdravotníctva / APVV-18-0167                                                                                 | 36 |
| Ochrana originality vlákien, textilných a odevných výrobkov / APVV-18-0187                                                                                | 38 |
| Chemoenzymatická syntéza látok farmaceutickýmpotenciálom: optimalizácia procesov produkcie fenyletanoidných glykozidov / APVV-18-0188                     | 40 |
| Regenerácia iónových kvapalín používaných v separačných procesoch / APVV-18-0232                                                                          | 42 |
| Automatizácia kontroly elektronickej dokumentácie stavieb s využitím inovatívnych technológií zberu údajov a virtuálnych modelov / APVV-18-0247           | 44 |
| Inteligentné pásové dopravníky / APVV-18-0248                                                                                                             | 46 |
| Chalkogenidy ako perspektívne ekologicky a ekonomicky prijateľné nanomateriály pre energetiku a medicínu / APVV-18-0357                                   | 48 |
| Výskum a vývoj energeticky úsporného hybridného ložiskového reduktora so zníženým opotrebením pre robotické zariadenia (pre Priemysel 4.0) / APVV-18-0438 | 50 |
| Špeciálne ľahké elektrické vozidlo z nekonvenčných materiálov do ťažkých podmienok a terénu - LEV / APVV-18-0457                                          | 52 |
| Vývoj originálnej konštrukcie zhutňovacieho lisu s obrátenou kinematikou / APVV-18-0505                                                                   | 54 |

## Lekárske vedy

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Rezistencia na antituberkulotiká – nové možnosti jej detekcie a terapeutického manažmentu / APVV-18-0084                       | 58 |
| Strategický vývoj terapeutických látok voči neuroinfekciám spôsobených vybranými vektorom prenášanými patogénmi / APVV-18-0259 | 60 |
| Premostenie psychiky a neuroendokrinných funkcií matky a jej dieťaťa: zúčastnené mechanizmy / APVV-18-0283                     | 62 |
| Nové biomarkery prodomálnej Parkinsonovej choroby / APVV-18-0547                                                               | 64 |

## Pôdohospodárske vedy

|                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Interaktívne vplyvy stromovej kompetície, škodcov, klímy a manažmentu na pokalamitný vývoj lesa / APVV-18-0086                                                                                   | 68 |
| Toxické a esenciálne prvky v mlieku a mliečnych výrobkoch: zdroje, koncentrácie a význam pre zdravie človeka / APVV-18-0227                                                                      | 70 |
| Etiológia porúch skorého preimplantačného vývinu / APVV- 18-0389                                                                                                                                 | 72 |
| Využitie progresívnych fenomických prístupov odhaľovania variability fotosyntetickej efektívnosti pre zvýšenie úrody pšenice vo fluktuálnych a stresových podmienkach prostredia / APVV-18-0465  | 74 |
| Komplexný monitoring a hodnotenie environmentálnych rizík výskytu PCB a kontaminantov ortuti v oblasti Zemplína (Slovensko), jedného z najviac ekologicky ohrozených území Európy / APVV-18-0467 | 76 |

## Spoločenské vedy

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Vyučovanie v školách druhej šance z perspektívy učiteľa a dospelého učiaceho sa / APVV-18-0018                                | 80 |
| Generácia Z – nové výzvy dospelievania. / APVV-18-0070                                                                        | 82 |
| Závislosť na hraní digitálnych hier (Internet Gaming Disorder – IGD): rizikové faktory, symptómy a ich meranie / APVV-18-0140 | 84 |
| Inovatívne metódy analýzy výkonnosti lesnícko drevárskeho komplexu s využitím princípov zeleného rastu / APVV-18-0520         | 86 |

## Humanitné vedy

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Sociálna inklúzia kultiváciou používania jazyka / APVV-18-0176             | 90 |
| Databáza historickej terminológie k dejinám Strednej Európy / APVV-18-0333 | 92 |



# PRÍHOVOR

Milí priatelia,  
radi by sme vás pozvali k prečítaniu už ôsmeho vydania publikácie Výskumné projekty s vynikajúcou úrovňou, ktorou Agentúra na podporu výskumu a vývoja prezentuje výsledky riešenia projektov dosahujúcich vynikajúcu úroveň. Publikácia by tak mala slúžiť vám všetkým, ktorí máte záujem vedieť viac o podpore výskumu na Slovensku.

V publikácii sa dočítate o realizácii a výsledkoch niekoľkoročnej práce slovenských odborníkov na projektoch za obdobie rokov 2019 až 2023 v základnom a aplikovanom výskume a vývoji v prírodných, technických, lekárskech, pôdohospodárskych, spoločenských a humanitných vedách.

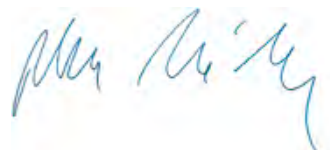
Samozrejme, že publikácia svojím obsahom môže ťažko konkurovať a byť porovnávaná s elektronickými zdrojmi najnovších informácií, ktoré sú podstatne rýchlejšie a aktuálnejšie. Má však niekoľko predností, keďže nám umožnila zhrnúť a bilancovať, čomu sa celé riešiteľské kolektívy a spoluriešiteľské organizácie vo vedeckej komunite na Slovensku venovali. Pretože ide už o ôsmu publikáciu svojho druhu, veríme, že môžeme opäť o niečo jasnejšie prezentovať pokrok v jednotlivých vedných odboroch, v ktorých boli realizované projekty prezentované v tejto publikácii.

Agentúra na podporu výskumu a vývoja sa od svojho vzniku stala významnou súčasťou štátneho systému podpory základného a aplikovaného výskumu a vývoja na Slovensku. Na teritóriu výskumu a vývoja sa dnes veľmi ťažko nájde niekto, kto by nepoznal názov našej agentúry, čo nás veľmi teší. Je však naďalej naším cieľom sa každý rok zlepšovať a podporovať viac projektov, ktoré skončia na vynikajúcej úrovni riešenia.

Na záver naše poďakovanie patrí všetkým riešiteľom projektov prezentovaných v publikácii, a tiež všetkým tým, ktorí prispeli k príprave ôsmeho vydania publikácie Výskumné projekty s vynikajúcou úrovňou 2024.



JUDr. Stanislav Mydlo  
riaditeľ APVV



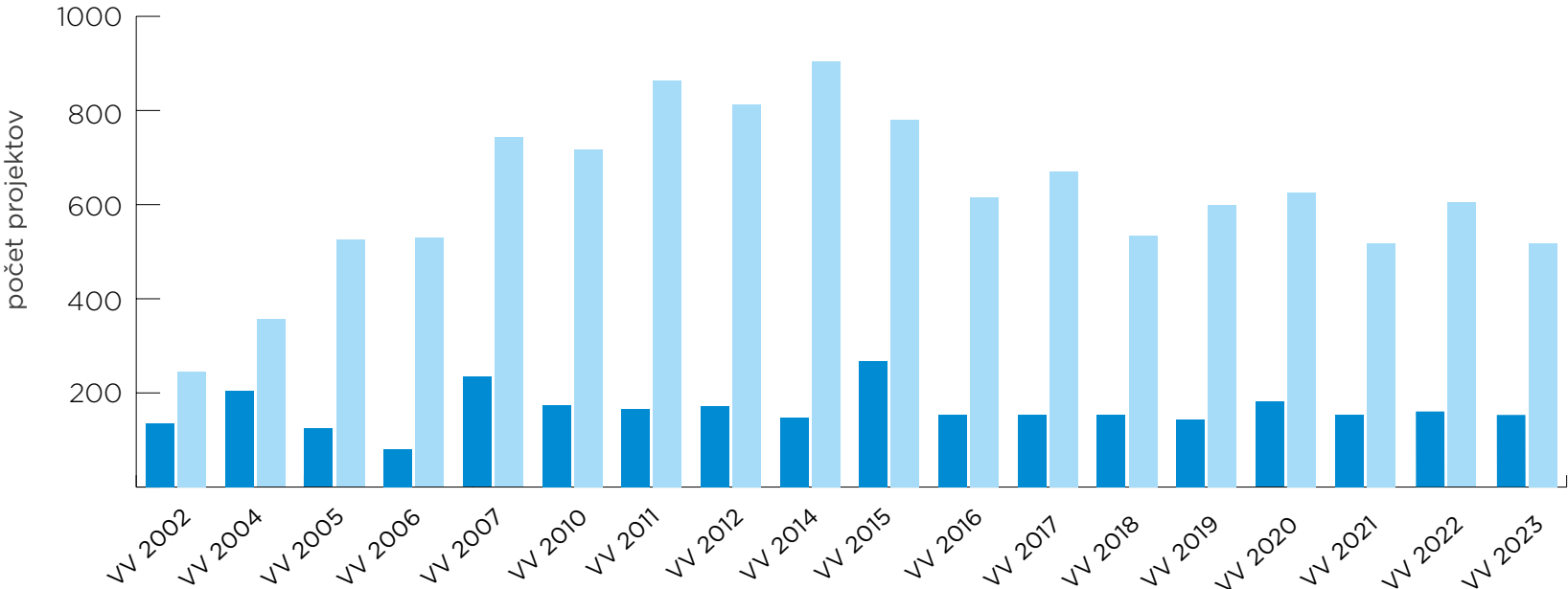
Dr. Ing. Robert Mistrík  
predseda predsedníctva APVV



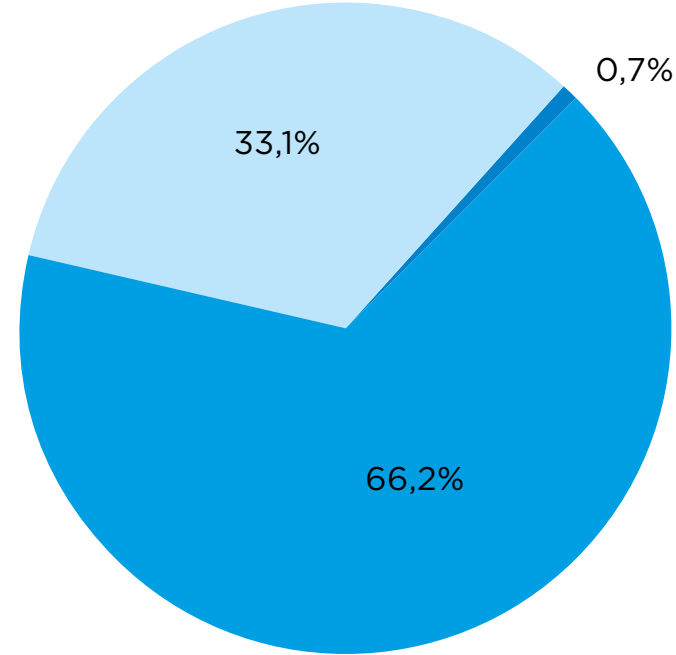
# ÚVOD

## Prehľad podaných žiadostí a podporených projektov vo všeobecných výzvach v rokoch 2002 až 2023

- Počet financovaných projektov
- Počet podaných žiadostí

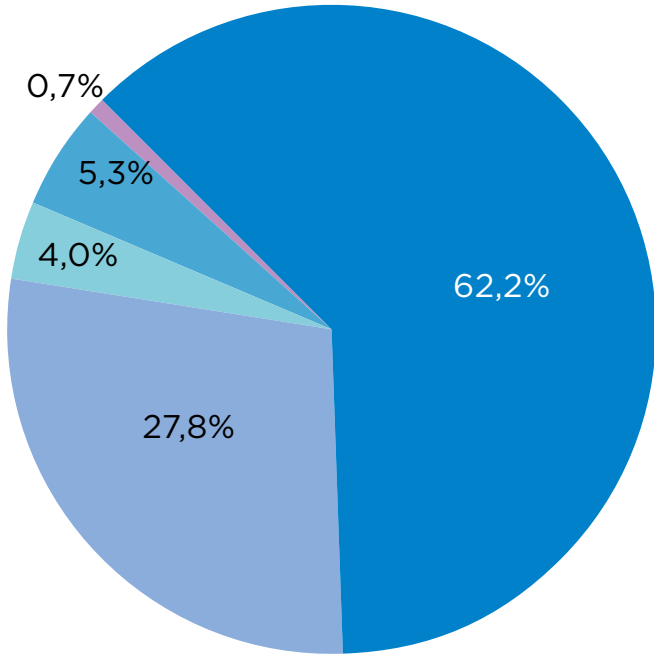


Projekty prezentované v tejto publikácii boli podané V rámci všeobecnej výzvy Agentúry na podporu výskumu a vývoja s označením VV 2018. Všeobecná výzva VV 2018 nemala žiadne obmedzenia týkajúce sa vecného zamerania projektov. Konkrétne zameranie, ciele a vecnú náplň výskumu a vývoja určoval sám žiadateľ. Žiadosti mohli predkladať právnické osoby a fyzické osoby – podnikatelia bez obmedzenia príslušnosti k sektoru výskumu a vývoja. V rámci verejnej výzvy VV 2018 bolo celkovo prijatých a zaregistrovaných 527 žiadostí o finančné prostriedky na riešenie projektov výskumu a vývoja a podporených bolo 151 žiadostí. Začiatok riešenia projektov bol 1.7.2019. Najneskorší dátum ukončenia riešenia projektov bol 30. 6. 2023. V roku 2023 následne prebehlo vyhodnotenie ukončených projektov jednotlivými odborovými radami na základe predložených záverečných správ o riešení projektov, ktoré predkladajú zodpovední riešitelia do 30 dní od ukončenia riešenia. Touto publikáciou Agentúra na podporu výskumu a vývoja prezentuje výber najúspešnejších ukončených a následne vyhodnotených projektov zo všeobecnej výzvy VV 2018.



- Základný výskum / 100 projektov
- Aplikovaný výskum / 50 projektov
- Vývoj / 1 projekt

### Percentuálny podiel podporených projektov podľa charakteru výskumu



- VŠ / 94 projektov
- SAV / 42 projektov
- Štátny bez SAV / 6 projektov
- Podnikateľský / 8 projektov
- Neziskový / 1 projekt

### Rozdelenie podporených projektov podľa sektorov

| Odbor vedy a techniky | Zaregistrované žiadosti | Financované projekty | Úspešnosť (%) |
|-----------------------|-------------------------|----------------------|---------------|
| Prírodné vedy         | 99                      | 32                   | 32,3%         |
| Technické vedy        | 195                     | 53                   | 27,2%         |
| Lekárske vedy         | 59                      | 15                   | 25,4%         |
| Pôdohospodárske vedy  | 64                      | 17                   | 26,6%         |
| Spoločenské vedy      | 73                      | 22                   | 30,1%         |
| Humanitné vedy        | 37                      | 12                   | 32,4%         |
| Spolu                 | 527                     | 151                  | 28,7%         |

Úspešnosť podporených žiadostí  
VV2018 podľa vedných odborov.



# PRÍRODNÉ VEDY





## Modelovanie neurčitosti: rozšírenia a zovšeobecnenia niektorých špeciálnych metód a ich aplikácie

### Predmet výskumu

Projekt bol zameraný na rozšírenie a zovšeobecnenie špeciálnych metód v oblasti modelovania neurčitosti a ich aplikácie, ako je agregovanie na zväzoch, skúmanie tried funkcií so špecifickými vlastnosťami, vrátane orientácie na nové konštrukčné metódy pre kopule a hlboké štúdium kvázi-kopúl a neaditívnych integrálov. Podstatnou časťou projektu bolo zavedenie a aplikácia BUI granúl, prehĺbenie a zovšeobecnenie teórie založenej na intervalových a príbuzných hodnotách, ako aj vývoj implicitne daných agregačných funkcií. Aplikčná časť bola zameraná na oblasť multikriteriálneho rozhodovania, spracovania obrazu, modelovania časových radov a scientometrických hodnotení.

### Ciele projektu

Ciele projektu možno stručne opísať takto: Vývoj implicitne daných agregačných funkcií a súvisiacich funkcií; Nové konštrukčné metódy a hlboké štúdium kvázi-kopúl; Podrobné štúdium agregácií založených na integráloch; Konštrukčné metódy pre agregácie a súvisiace funkcie na špeciálnych zväzoch; Nové konštrukčné metódy pre agregácie (pre-agregačné) funkcie a implikácie (pre-implikácie) zovšeobecňujúce niektoré známe špeciálne metódy; Zovšeobecnenie funkcií súvisiacich s aditivitou na funkcie spojené s pseudo-aditivitou; Podrobné štúdium agregačných funkcií založených na integráloch a integrálnych nerovnostiach pre neaditívne integrály; Aplikácie v oblasti spracovania obrazu, modelovania časových radov a scientometrických hodnotení.

### Dosiahnuté výsledky

Projekt bol zameraný na modelovanie neurčitosti a jeho aplikácie. Jeho riešenie bolo členené na 8 etáp. Všetky ciele projektu boli naplnené, pričom viaceré výrazne prekročené, o čom svedčí napr. vyše 100 publikácií v časopisoch evidovaných v databáze WoS. Významná je aj odozva na naše výsledky, ktoré majú zatiaľ vyše 200 evidovaných citácií v databáze Google Scholar. Medzi naše najvýznamnejšie

**zodpovedný riešiteľ**  
prof. RNDr. Mesiar Radko, DrSc.  
**riešiteľská organizácia**  
Slovenská technická univerzita v Bratislave  
– Stavebná fakulta  
**termín riešenia**  
07/2019 – 06/2023  
**finančné prostriedky z APVV**  
180 000 €  
**číslo projektu**  
APVV-18-0052

výsledky možno rátať úplný parametrický popis polynomic-kých 2-kopúl, ktorých stupeň je 5 (prvý netriviálny stupeň). Významným rozšírením Bonferroniho prístupu k agregovaniu sme vytvorili základňu pre lepšie modelovanie interakcie medzi jednotlivými kritériami. Výrazne sme posunuli a rozšírili nástroje na modelovanie neurčitosti charakterizované BUI granulami (x,c). Navrhli sme a aplikovali viaceré konštrukčné metódy pre kopule a implikácie a. Nami zavedené nové typy vlastností, ako sú špeciálne druhy monotónnosti, rozširujú možnosti modelovania. Viaceré sú už aplikované v praxi. Smerová monotónnosť a pre-agregačné funkcie sú aplikované najprv pri spracovaní a rozpoznávaní obrazov, a následne pri reálnych medicínskych aplikáciách. Na výsledkoch nášho projektu sme spolupracovali so zahraničnými spoluautormi z 9 významných zahraničných univerzít. Náš článok o stredných hodnotách intuicionistických fuzzy množín bol vyhodnotený ako najlepší príspevok v IJGS za rok 2021.

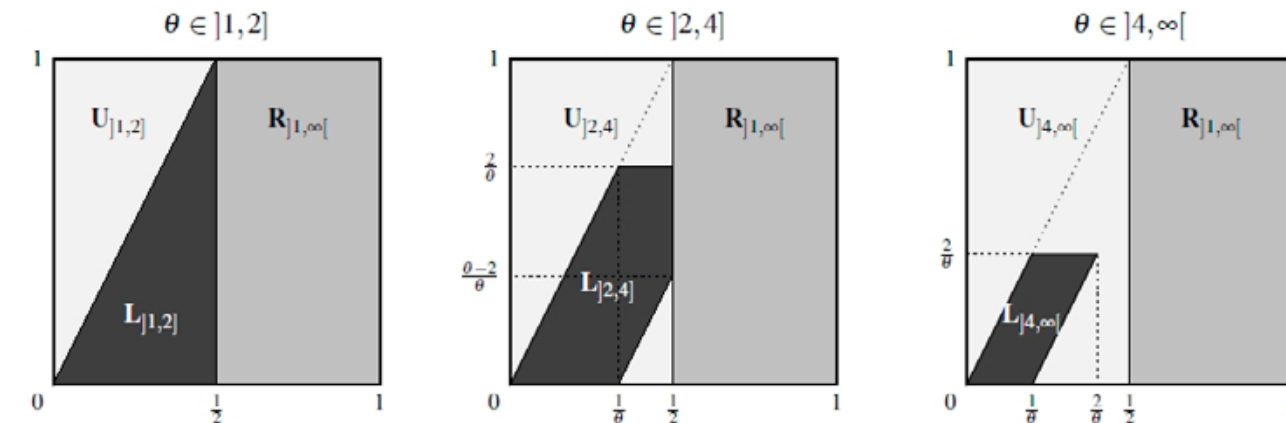
### Prínos pre prax

Výsledky dosiahnuté v rámci projektu pokrývajú viaceré oblasti modelovania neurčitosti a jeho aplikácií. Výsledky týkajúce sa kopúl a príbuzných oblastí už majú pozitívnu odozvu v oblasti štatistického modelovania, kde pozorované hodnoty zodpovedajú realizáciám viacrozmerých náhodných vektorov. Inšpiratívnou myšlienkou z našich publikácií je modifikácia korelačných matíc, kde klasické párové Pearsonove korelačné koeficienty nahrádzame kopulo-závislými parametrami závislosti, najmä Kendallovým tau a Spearmanovým rho. Významná oblasť uplatnenia dosiahnutých výsledkov pokrýva multikriteriálne rozhodovanie. Naše konštrukcie vedú ku flexibilným úžitkovým funkciám nielen v prípade štandardných reálno-hodnotových škál, ale aj v prípade lingvistických, intervalových, intuicionistických a im príbuzným škálam, resp. nami zavedenými BUI škálami. Viaceré výsledky s netriviálnou odozvou sa týkajú zväzových škál. Integrály tvoria veľkú časť pôvodných výsledkov a ich uplatnenie bolo realizované najmä v oblasti dekompozičných integrálov a ich aplikácií, resp. integrálov

na bipolárnych škálach. Aplikácie našich výsledkov v oblasti t-noriem, uninoriem a príbuzných operácií na rôznych typoch škál majú veľký potenciál v oblasti viachodnotových logík a následne pri modelovaní rôznych expertných systémov a vyhodnocovacích systémov. Aj keď väčšina výsledkov riešenia projektu patrí do oblasti základov matematiky, ich zameranie je a bude hojne využívané v oblasti informatických vied. Tento fakt potvrdzujú viaceré významné informatické časopisy publikujúce naše vedecké práce (napr. InfFus, INS, IJAR, FSS, IJGS, IEEE TFS, ESA).



Obr. 1

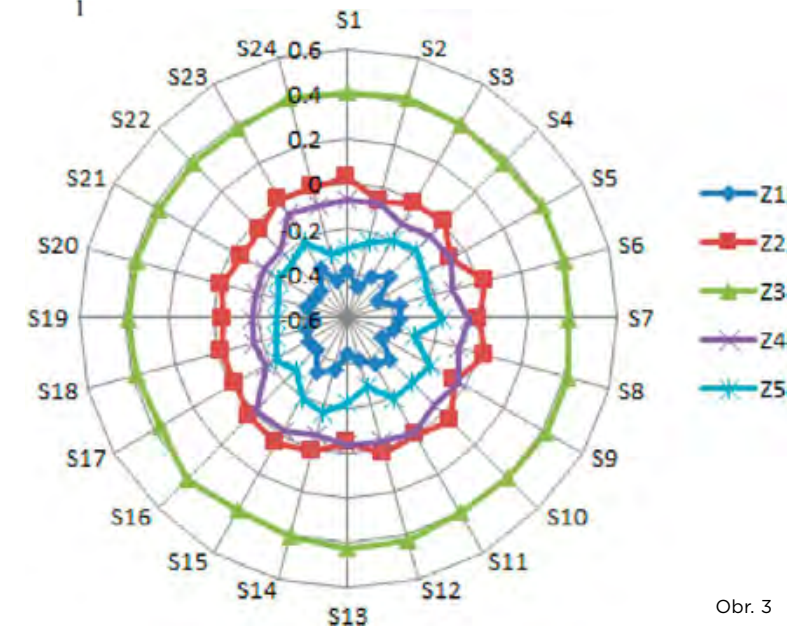


Obr. 2

Obr. 1 / Pôvodné obrázky v RGB a zodpovedajúce segmentované obrázky

Obr. 2 / Štruktúra usekutej funkcie  $\langle \Pi, M \rangle [\theta]$  daná pre parametre  $\theta$

Obr. 3 / Konečné hodnoty užitočnosti možností pre rôzne súbory váh kritérií



Obr. 3



## Kotranskripčné formovanie pre-mRNA štruktúry, model štruktúrnych motívov nevyhnutných pre definíciu exónu

### Predmet výskumu

Ribonukleová kyselina (RNA) má významné postavenie v regulácii génovej expzie ako aj v procese evolúcie. Na rozdiel od deoxyribonukleovej kyseliny (DNA) je molekula RNA jednovláknová, čo jej umožňuje formovanie komplexných štruktúrnych foriem a rozmanitých interakcií s významným regulačným vplyvom na mnohé bunkové procesy. V eukaryotickej bunke podlieha RNA mnohým postranskripčným úpravám, pričom jednou z najvýznamnejších je zostrih pre-mediátorovej RNA (pre-mRNA). Ide o vysoko dynamický proces multikomponentného charakteru, v rámci ktorého dochádza k odstráneniu nekódujúcich sekvencií (intrónov) z primárneho transkriptu. Následným spájaním segmentov kódujúcich proteíny (exónov) vzniká mRNA, ktorá prenáša genetickú informáciu o poradí aminokyselín z DNA na miesto proteínovej syntézy. Zostrih RNA predstavuje významný zdroj transkriptómovej a proteínovej variability (Obr.1), avšak jeho narušením, napríklad vplyvom mutácie v zostrihovom mieste, dochádza často k závažným ochoreniam. Napriek kľúčovému postaveniu RNA zostrihu v procese génovej expzie, nie je spôsob selekcie exónov doposiaľ úplne objasnený.

### Ciele projektu

V našom projekte sme sa zamerali na pochopenie dynamiky konformačných zmien, ku ktorým dochádza v pre-mRNA, s cieľom charakterizovať štruktúrne motívy RNA, ktoré podmieňujú definíciu exónu. Na dosiahnutie tohto cieľa sme použili rad najnovších bunkových, genetických, biochemických, biofyzikálnych a výpočtových techník (Obr.2).

### Dosiahnuté výsledky

Na dosiahnutie stanoveného cieľa sme ako model využili F8Alu exón, ktorý bol zahrnutý do primárneho transkriptu ľudského génu F8 následkom mutácie asociovanej s hemofiliou. Sekvencia tohto exónu je odvodená z *Alu* retrotranspozónov, mobilných sekvencií, ktoré sú prítomné v genóme všetkých primátov a významne prispievajú k variabilite

kódujúceho potenciálu mRNA. Ich prítomnosť v mRNA však môže viesť aj k produkcii nefunkčného proteínu s patologickými následkami. *Alu* RNA sú charakteristické formovaním špecifickej štruktúry, ktorá je nevyhnutná pre väzbu proteínového heterodiméru SRP9/14. Táto interakcia s *Alu* RNA prispieva k nadobudnutiu trojrozmernej konformácie komplexu, ktorá je kľúčová pre správnu funkciu *Alu* RNA v rámci mnohých bunkových procesov. Naše výsledky odhalili význam tohto komplexu aj v procese regulácie zostrihu exónov, ktoré sú odvodené z *Alu*. Sekvencia *Alu* sa môže stať súčasťou mRNA vďaka lokalizácii transpozónov v intronických oblastiach génov a minimálnemu počtu nukleotidových zmien potrebných pre ich zahrnutie do primárneho transkriptu (Obr.3). Navyše sme ukázali, že tento proces môže byť v špecifických prípadoch modulovaný interakciou s RNA helikázou DHX9. Je to enzým, ktorý sa podieľa na modulácii sekundárnej štruktúry RNA, napríklad v procesoch translácie, formovania ribozómov alebo RNA zostrihu.

### Prínos pre prax

Projekt má charakter základného výskumu s výstupom 6 originálnych prác vo vedeckých časopisoch, s vysokým citačným indexom. Publikované výsledky predstavujú významný prínos pre oblasť molekulárnej a evolučnej biológie, a to vďaka unikátnym poznatkom o mechanizmoch formovania RNA štruktúr, ktoré sa uplatňujú v regulácii RNA zostrihu. Naša retrospektívna analýza postupnosti zmien potrebných pre exonizáciu *Alu* môže prispieť k lepšiemu pochopeniu regulačných motívov RNA zostrihu, ktoré sú tvorené kombináciou primárnej sekvencie, RNA štruktúry, RNA-RNA a RNA-proteínových interakcií. Modelovanie zostrihového kódu na základe našich dát môže uľahčiť vývoj spoľahlivejších algoritmov na in silico identifikáciu mutácií ovplyvňujúcich RNA zostrih, napríklad pre potreby genetickej diagnostiky.

### zodpovedný riešiteľ

Mgr. Kráľovičová Jana, PhD.

### riešiteľská organizácia

Centrum biovied SAV, v. v. i.

– Ústav molekulárnej fyziológie a genetiky

### spoluriešiteľská organizácia

Chemický ústav SAV, v. v. i.

### termín riešenia

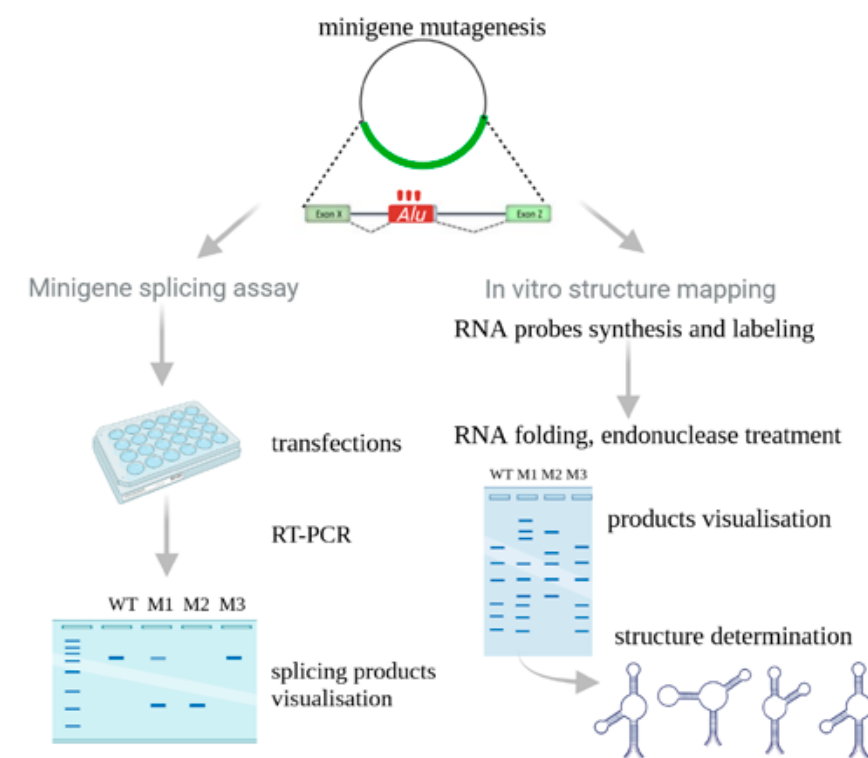
07/2019 - 06/2023

### finančné prostriedky z APVV

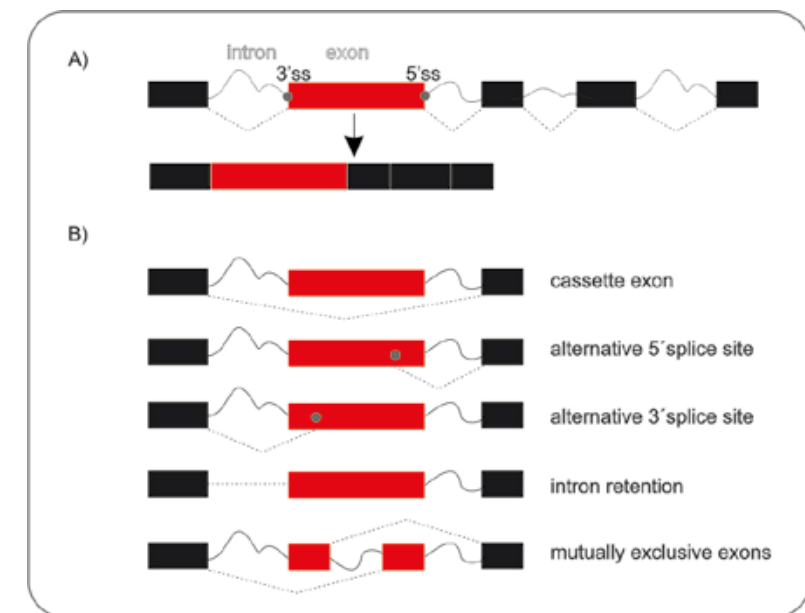
178 954 €

### číslo projektu

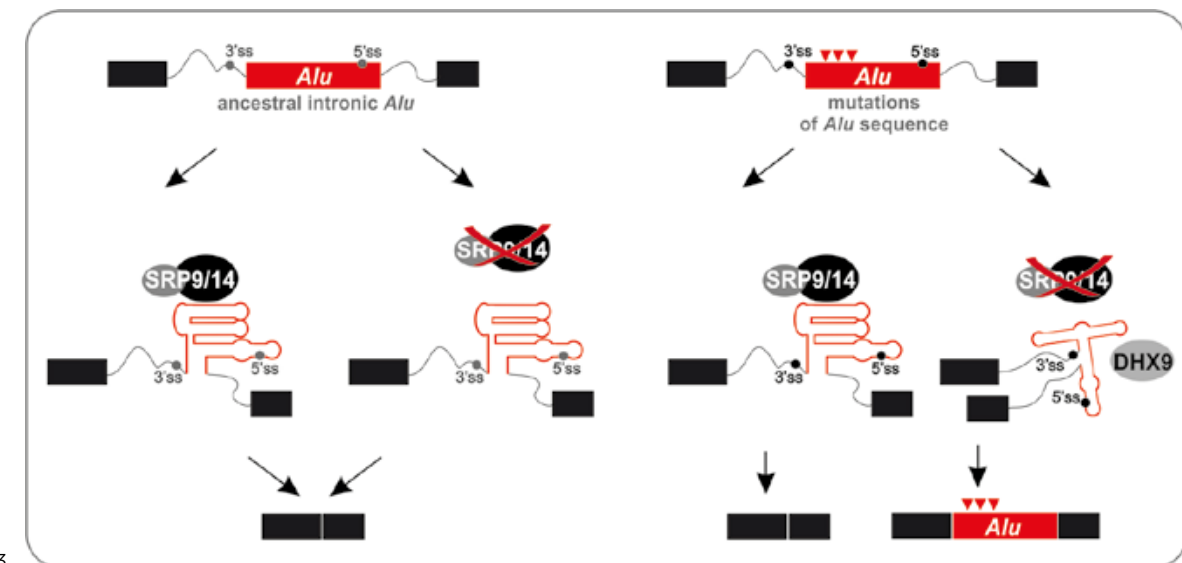
APVV-18-0096



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

Obr. 1 / Konštitutívny RNA zostrih je proces odstránenia intrónov a ligácie exónov v poradí, v akom sa vyskytujú v gène (A). Alternatívny zostrih je odchýlka od tejto postupnosti, keď sú určité exóny preskočené. To vedie k rôznym formám zrelej mRNA, a umožňuje variabilitu v produkcii proteínu kódovaného jedným génom (B).

Obr. 2 / Schematická reprezentácia základných metodických postupov, ktoré sme použili pri riešení projektu

Obr. 3 / Počas evolúcie primátov bola exonizácia sekvencie *Alu* (vľavo) umožnená vznikom mutácií, ktoré viedli k porušeniu špecifickej trojrozmernej štruktúry (vpravo) podporovanej interakciou s proteínovým heterodimérom SRP9/14. Proces exonizácie je spojený so znížením väzby SRP9/14 a zvýšením závislosti na DHX9 helikáze.



## Asymetrické bunkové delenie počas tvorby bakteriálnej endospóry

### Predmet výskumu

*Bacillus subtilis* je medzinárodne uznávaný modelový organizmus, ktorého fyziológia, biochémia a genetika sú študované niekoľko desaťročí. Predmetom tohto projektu bolo študovať procesy v skorých štádiách sporulácie ako sú tvorba asymetrickej prepážky a pohltie prespóry. Na štúdium sa použilo široké spektrum moderných metód molekulárnej biológie, biochémie, genetiky, štruktúrnej biológie a najnovších mikroskopických techník ako sú slimfield mikroskopia, FRAP, FRET ako aj najmodernejšie metódy nanokryštalografie s využitím jedinečného centra na riešenie proteínových štruktúr "X-ray free electron laser" (XFEL) v Hamburgu.

### Ciele projektu

Medzi hlavné ciele projektu patrilo objasnenie úlohy konkrétnych proteínov v presnej lokalizácii asymetrickej prepážky, zostavenie poradia deliacich a cytoskeletárnych proteínov v akom sa usporadúvajú do asymetrického prepážky. Cieľom bolo aj možné použité spór pre biomedicínu a nano-biotechnológie.

### Dosiahnuté výsledky

V rámci projektu boli získané unikátne výsledky základného výskumu ako aj praktických aplikácií. Uvedené tri dosiahnuté výsledky sa môžu považovať za najvýznamnejšie.

1. Bakteriálne nanotrubice boli objavené už pred desiatimi rokmi. K unikátnym schopnostiam týchto nanotrubíc boli pripísané procesy, ako sú prenos DNA, RNA a bielkovín medzi bunkami rôznych baktérií, ako aj „upírské“ vysatie živín z eukaryotickej bunky. Naše výsledky sú vo veľkom protiklade s predtým publikovanými zisteniami. Ukázali sme, že nanotrubice v princípe, vznikajú z každej bunky keď použijeme rôzne stresové faktory, napríklad tlak alebo ich vystavíme pôsobeniu antibiotík. Uvedený stres môže zapríčiniť doslova „vystrelenie“ cytoplazmatickej membrány vo forme nanotrubice cez vzniknuté otvory v bunkovej stene. Dôležitým zistením bolo, že

práve v okamihu, keď bunka „vystrelí“ nanotrubicu, bunka zomiera (Obr. 2). To znamená, že tvorba nanotrubíc nie je riadený biologický proces, ale „post mortem“ prejav stresovanej bunky.

2. Miesto tvorby asymetrickej prepážky počas sporulácie *B. subtilis* je spojené s membránou, kde FtsZ a SpoII iniciujú tvorbu Z- a E-prstenca. Tieto prstence potom slúžia ako lešenie pre ďalšie proteíny bunkového delenia a proteíny syntetizujúce peptidoglykán potrebné na vybudovanie prepážky. Napriek desaťročiam výskumu však nie je známe, ako sa určuje miesto asymetrického bunkového delenia. My sme identifikovali a charakterizovali interakciu medzi SpoII a RefZ proteínmi. Ukázali sme, že tieto dva proteíny sa prechodne lokalizujú spolu počas skorých štádií tvorby asymetrickej prepážky, keď sa RefZ lokalizuje primárne na DNA chromozómu a zo strany septa materskej bunky (Obr. 3). Zistili sme, ako tieto proteíny a ich súhra s priestorovou organizáciou chromozómu zohrávajú kľúčovú úlohu v rozpoznaní miesta asymetrického delenia.
3. Spóry *B. subtilis* sa považujú za účinné a užitočné nástroje na povrchové naviazanie rôznych proteínov. V rámci nášho štúdia, sa pripravili rekombinantné spóry s naviazanou RBD doménou "spike" proteínu SARS-CoV-2 vo fúzii s obalovými proteínmi spór CotZ a CotY. Pri zvažovaní, či by taketo rekombinantné spóry *B. subtilis* boli vhodné na vývoj orálnej vakcíny, hovorí v ich prospech niekoľko faktorov. Po prvé, *B. subtilis* je považovaný za všeobecne bezpečný mikroorganizmus a používa sa aj ako probiotikum. Po druhé, spóry môžu prežiť drsné prostredie v gastrointestinálnom trakte spôsobené žalúdočnými kyselinami, a preto sú ideálnym prostriedkom na perorálne podávanie vakcín. Výsledky uvedené v práci naznačujú, že rekombinantné spóry s naviazanými proteínmi na obalové proteíny CotY a CotZ by mohli mať široké využitie pre vývoj nových perorálnych vakcín nielen proti SARS-CoV-2 vírusu, ale aj proti ďalším novo objavujúcim sa život ohrozujúcim vírusom a baktériám (Obr. 4).

### zodpovedný riešiteľ

RNDr. Barák Imrich, DrSc.

### riešiteľská organizácia

Ústav molekulárnej biológie SAV, v. v. i.

### termín riešenia

07/2019 – 06/2023

### finančné prostriedky z APVV

170 000 €

### číslo projektu

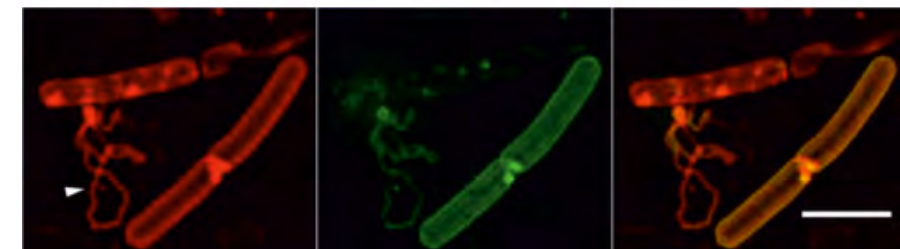
APVV-18-0104

### Prínos pre prax

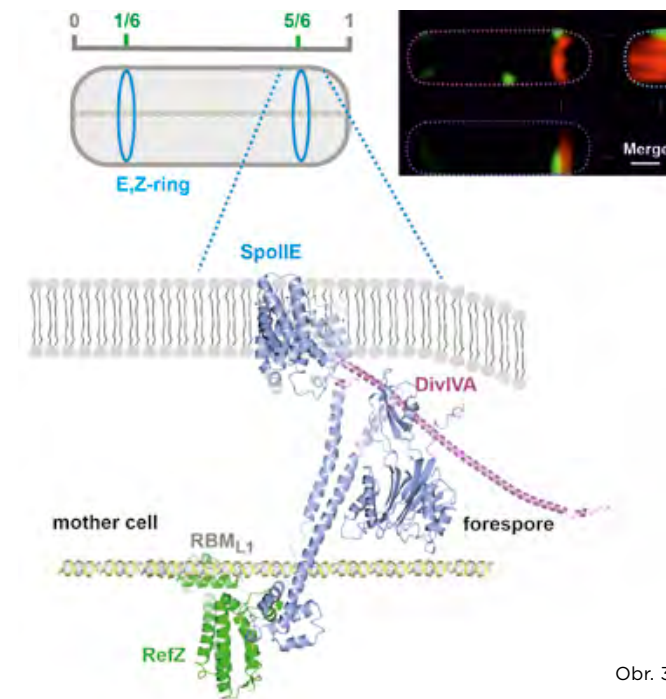
Pochopenie študovaných bunkových dejov ako bunkové delenie na molekulárnej úrovni má potenciál využitia na prípravu nových antibiotík proti patogénym baktériám ako *B. anthracis*, *B. cereus*, *Clostridium difficile* a ďalšie. Samotný študovaný modelový organizmus, *B. subtilis* je už v súčasnosti základom systémov na výrobu nových ľahko skladovateľných a použiteľných vakcín a nami študované spórové obalové proteíny majú veľký potenciál využitia v moderných nano-biotechnológiách.



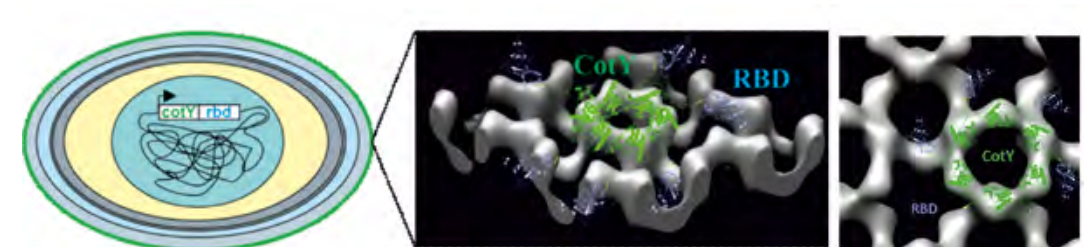
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

Obr. 1 / Časť riešiteľského kolektívu. Zľava A. Vetráková, S. Žarnovičanová, D. Krajčíková, Z. Chromiková, I. Barák, N. Labajová a K. Muchová.

Obr. 2 / Snímky zo skenovacej elektrónovej mikroskopie a SIM mikroskopie buniek *B. subtilis* s nanotubicami. Mierka = 2,5 um. Publikované v J. Pospíšil a kol., (2020) Nature Commun.11: 4963.

Obr. 3 / Model určenia miesta asymetrického bunkového delenia. Model ukazuje, ako môže byť presné miesto asymetrického delenia v 1/6 dĺžky bunky rozpoznané pozitívnymi a negatívnymi regulátormi v štádiu I sporulácie. Pre jednoduchosť je znázornená len jedna molekula každého študovaného proteínu a jeho 3D štruktúra. Publikované v Muchová a kol. (2024) J. Biol. Chem. (accepted).

Obr. 4 / Model štruktúry fúzneho proteínu CotY-RBD. Spóra s rôznymi vrstvami obalu a v strede je chromozóm s klonovaným génom *cotY* vo fúzii s doménou *rbd* spike proteínu SARS-CoV-2. Publikované v Vetráková a kol. (2023) Comp. Struct. Biotechnol. J. 18:1474-1486.



## Relaxačné procesy v kvantových magnetických systémoch

### Predmet výskumu

Projekt bol zameraný na výskum nových materiálov a techník využiteľných v kvantových informačných technológiách s cieľom prispieť ku poznaniu procesov sprostredkujúcich interakciu spinov, ako novej realizácie qubitov, s okolím v kvantových magnetoch. Za týmto účelom boli teoreticky študované kvantové previazanie, negativita atď. Pozornosť bola venovaná aj systému fonónov, ktoré ovplyvňujú tok energie medzi súborom spinov a fonónovým rezervoárom. Pre odpovedajúce relaxačné experimenty boli pripravené materiály s rôznymi mechanickými a magnetickými vlastnosťami ako je kryštalická/amorfna fáza, koncentrovaná/zriedená fáza, objemová forma vs. obmedzená geometria v snahe ovplyvňovať časovú škálu spin-mriežkovej relaxácie ako hornej hranice pre koherenčný čas. Návrh chemických zlúčenín ako aj samotné experimentálne výsledky boli podporované teoretickými simuláciami materiálových parametrov.

### Ciele projektu

V projekte sme si stanovili študovať teoreticky a experimentálne kvantové previazanie v nízko-rozmerných kvantových spinových systémoch. Pre spin ako nosič kvantovej informácie je dôležitá jeho väzba na okolie, preto ďalším cieľom bolo štúdium vplyvu fonónového pod systému na spin-mriežkovú relaxáciu, špecifikácia kvantových stavov magnetického pod systému a úloha oboch pod systémov v tvorbe relaxačných kanálov. S týmito cieľmi úzko súvisí príprava a charakterizácia nových magnetických materiálov, modifikácia ich štruktúry (zriedenie, obmedzená geometria, depozícia na rôzne substráty) a špecifikácia optimálnych podmienok pre maximalizáciu T1. Paralelne s vývojom vhodných materiálov bol naplánovaný návrh a realizácia planárnych supravodivých rezonátorov s cieľom dosiahnutia väzby so súborom elektrónových spinov v kvantových magnetoch.

### Dosiahnuté výsledky

Počas trvania projektu bolo dosiahnutých veľké množstvo výsledkov vzťahujúcich sa k stanoveným cieľom. Teoreticky sme predpovedali a experimentálne dokázali zosilnenie kvantového previazania v čistých a zmiešaných stavoch Heisenbergovho diméru so zmiešanými spinmi  $\frac{1}{2}$  a 1, v Heisenbergovom diamantovom klastri so spinom 1, Heisenbergovom diméri so spinom 1 a Heisenbergovej spinovej hviezde so spinom  $\frac{1}{2}$ . Pomocou rôznych metód bolo pripravených a charakterizovaných množstvo zlúčenín, pričom mnohé z nich zároveň vykazovali ďalšie funkcionality ako je teplo a svetlo indukovaný spin krossover, využitie vo farmácii, liečbe tumorov vďaka zahrievaniu v striedavom poli a pod. Dôležitosť najvýznamnejších dosiahnutých výsledkov sa odráža aj v impact faktore časopisov a ich zaradení zväčša do Q1 prípadne Q2 skupiny.

### Prínos pre prax

Dosiahnuté výsledky priniesli nové postupy v oblasti cieľenej prípravy materiálov. Popri experimentálnom a teoretickom sledovaní spinových systémov ako nositeľov kvantovej informácie sme často krát zistili pridanú funkcionalitu ako je napr. možnosť využitia sledovaných zlúčenín na magnetické kryochladenie či ako záznamové médium pri systémoch vyznačujúcich sa spin crossoverom, využitie vo farmácii, liečbe tumorov vďaka zahrievaniu v striedavom poli a pod. Dôležitosť najvýznamnejších dosiahnutých výsledkov sa odráža aj v impact faktore časopisov a ich zaradení zväčša do Q1 prípadne Q2 skupiny.

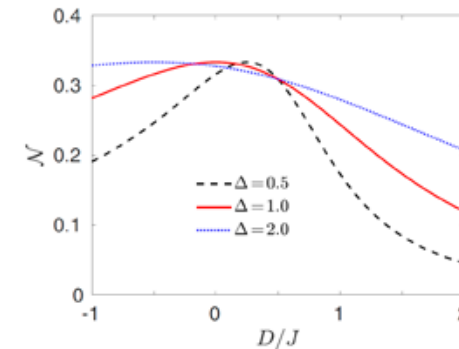
**zodpovedný riešiteľ**  
doc. RNDr. Orendáčová Alžbeta, DrSc.

**riešiteľská organizácia**  
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach  
– Prírodovedecká fakulta  
**spoluriešiteľská organizácia**  
Slovenská technická univerzita v Bratislave  
– Fakulta chemickej a potravinárskej technológie

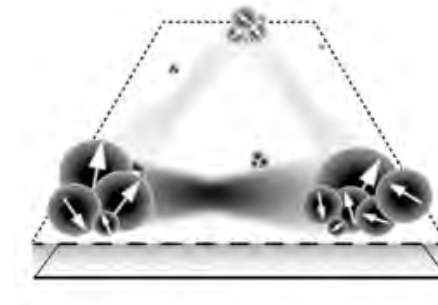
**termín riešenia**  
07/2019 – 06/2023

**finančné prostriedky z APVV**  
190 000 €

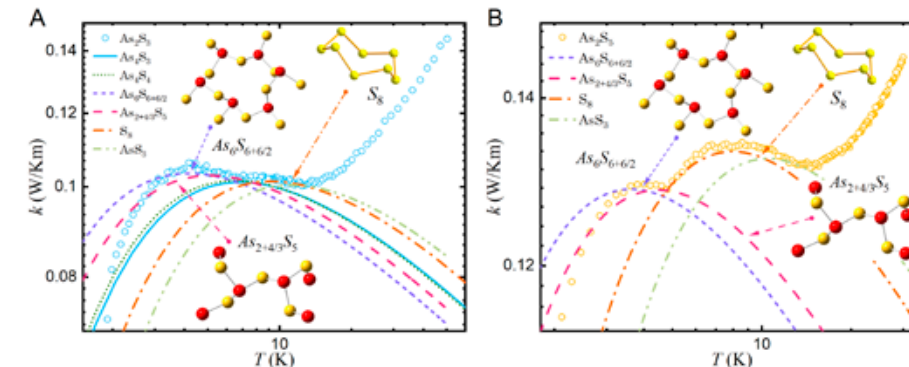
**číslo projektu**  
APVV-18-0197



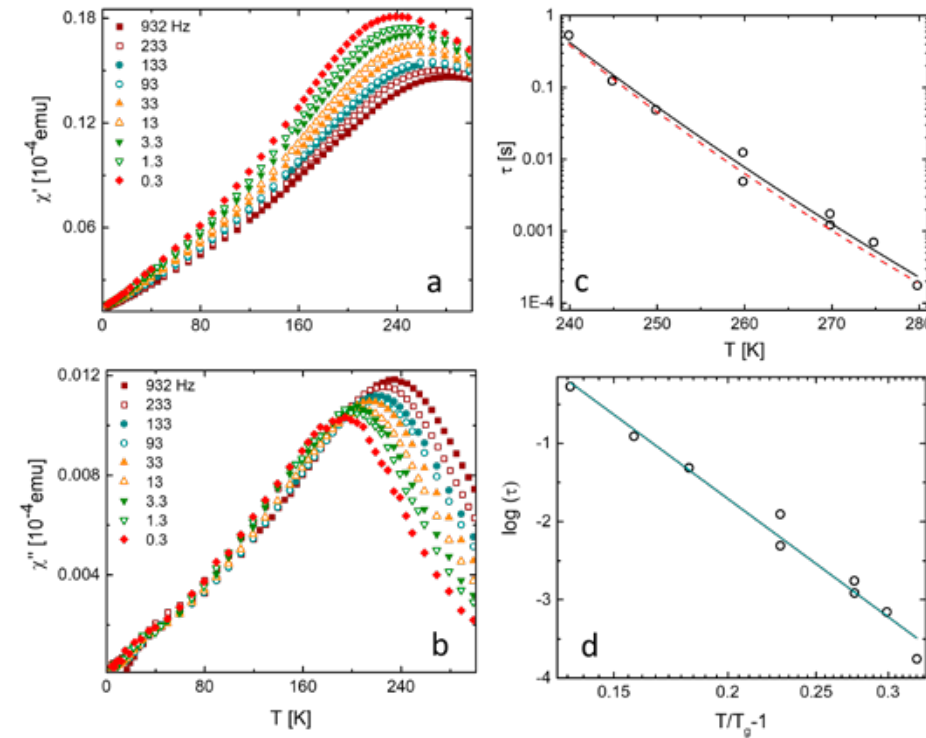
Obr. 1



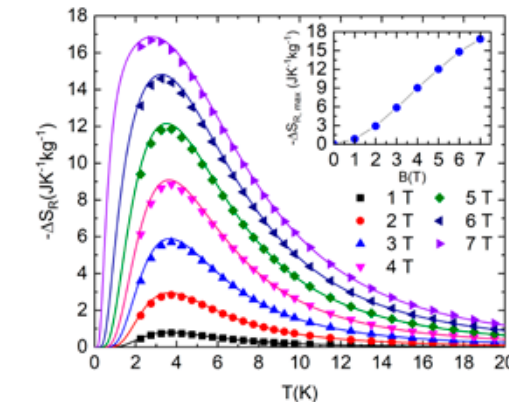
Obr. 2



Obr. 4



Obr. 3



Obr. 5

Obr. 1 / Negativita Heisenbergovho diméru so zmiešanými spinmi (1/2,1) ako funkcia jedno-iónovej a výmennej anizotropie [Phys. Rev. B 102 (2020) 184419]

Obr. 2 /Schematický náčrt Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanočastíc na polypropylénovom (PP) substráte.

Obr. 3 / (a) reálna (b) imaginárna susceptibilita Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-PP v nulovom magnetickom poli. (c) Relaxačný čas (symboly), Arrheniov zákon (- - -) a 2D Isingove spinové sklo (- - - -) (d) Relaxačný čas (symboly), čiara predstavuje mocninový zákon pre kritické spomalenie [Phys. Rev. B 108 (2023) 104423]

Obr. 4 / Tepelná vodivosť skiel (A) As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> (B) As<sub>2</sub>S<sub>5</sub>. Čiary predstavujú príspevky od jednotlivých typov nanoklastrov [J.Non-Cryst. Solids 600 (2023) 122040].

Obr. 5 / Zmeny izotermickej rotačnej entropie v konštantných magnetických poliach (symboly) a predpovede pre S = 1 paramagnet, E/D = 0.1, D/kB = 11.6 K, g = 2.16. Insert: Poľová závislosť -ΔS<sub>R,max</sub> [Magnetochemistry 8, 39 (2022). Uverejnené v kategórii Editor's Choice].

Funkčná analýza a produkcia bioaktívnych látok hmyzu a kliešťov

Predmet výskumu

V tomto projekte sme použili molekulárne a fyziologické metódy na opis expresie a funkčnú charakterizáciu neuropeptidov ion transport peptides (ITP), eklózneho hormónu (EH) a membránových guanylát cykláz, ktoré pravdepodobne slúžia ako receptory pre tieto neuropeptidy u hmyzu a kliešťov. Fyziologickými experimentami a pomocou RNAi sme zistili, že tieto neuropeptidy sú potrebné pri regulácii zvliekania starej kutikuly, metabolizmu a reprodukcie u *Bombyx mori* a *Ixodes ricinus*. Pomocou bioluminiscenčnej metódy sme v expresných systémoch s CHO a SF9 bunkami identifikovali guanylát cyklázový receptor pre ITPL. RNAi metódu sme použili aj na potlačenie expresie receptorov pre biogénne amíny. Potlačenie expresie receptora pre dopamín negatívne ovplyvnilo produkciu slín u *I. ricinus*. Tieto poznatky sa dajú využiť na vývoj postupov, ktoré majú za cieľ narušiť vývin a rozmnožovanie kliešťov a tiež môžu zabrániť prenosu patogénov na domáce zvieratá a človeka.

Ciele projektu

V tomto projekte sme použili molekulárne, bioinformatické, biochemické a fyziologické metódy na charakterizáciu, expresiu a funkčnú analýzu bioaktívnych látok a ich receptorov z hmyzu (*Bombyx mori* a *Drosophila melanogaster*) a kliešťov (*Ixodes ricinus* a *I. scapularis*). Vzhľadom na to, že nie sú vôbec preskúmané signálne dráhy receptorových guanylát cykláz a ich ligandov, napr. neuropeptidy eklózny hormón (EH) a „ion transport peptides“ (ITP a ITPL), zamerali sa na identifikáciu a funkčnú charakterizáciu týchto molekúl. Tiež sme sledovali expresiu a funkciu receptorov pre biogénne amíny (dopamín a GABA), ktoré sú veľmi dôležité pre moduláciu fyziologických pochodov pri cicaní kliešťov a s tým súvisiacim prenosom patogénov z kliešťov na hostiteľa.

Dosiahnuté výsledky

Opísali sme expresiu ITP a ITPL v nervovom systéme počas vývinu, identifikovali sme promótor pre ITP a vytvorili sme špecifickú transgénnu líniu (ITP-Gal4) pre funkčnú analýzu neurónov, ktoré produkujú tento neuropeptid u priadky morušovej. Na rôzne fyziologické pokusy sme pripravili v *Escherichia coli* rekombinantné proteíny ITP a ITPL, ale aj Drp36, ktorý má imunomodulačné účinky a vytvára sa pri infekcii vírusom encefalitídy (TBEV). Vo viacerých kvalitných prácach sme identifikovali špecifické hormóny a ich receptory a opísali ich úlohu pri vývine a reprodukcii hmyzu a kliešťov. Tiež sme posúdili možnosť využitia signálnych dráh neuropeptidov a ich receptorov pri výrobe špecifických vakcín, ktoré by mohli ovplyvniť vývin, metabolizmus a prenos patogénov z kliešťov na ich hostiteľov.

Prínos pre prax

V tomto projekte sme potvrdili, že neuropeptidy (ITP, ITPL a EH) sú dôležitými hormonálnymi faktormi, ktoré regulujú zvliekanie starej kutikuly, metabolizmus a reprodukciu u priadky morušovej, *B. mori*. Naše RNAi pokusy naznačujú, že ITP sa podieľa na regulácii metabolizmu a reprodukcie aj u s kliešťa *I. ricinus*. Podobne receptory pre dopamín majú dôležitú úlohu pri produkcii slín počas cicania kliešťov a môžu mať vplyv na prenos patogénov. Ďalšie štúdium expresie a funkcie receptorov pre neuropeptidy a biogénne amíny môžu priniesť dôležité poznatky potrebné pre objasnenie ich úlohy počas vývinu kliešťov a pri prenose patogénov z kliešťov na ich hostiteľov.

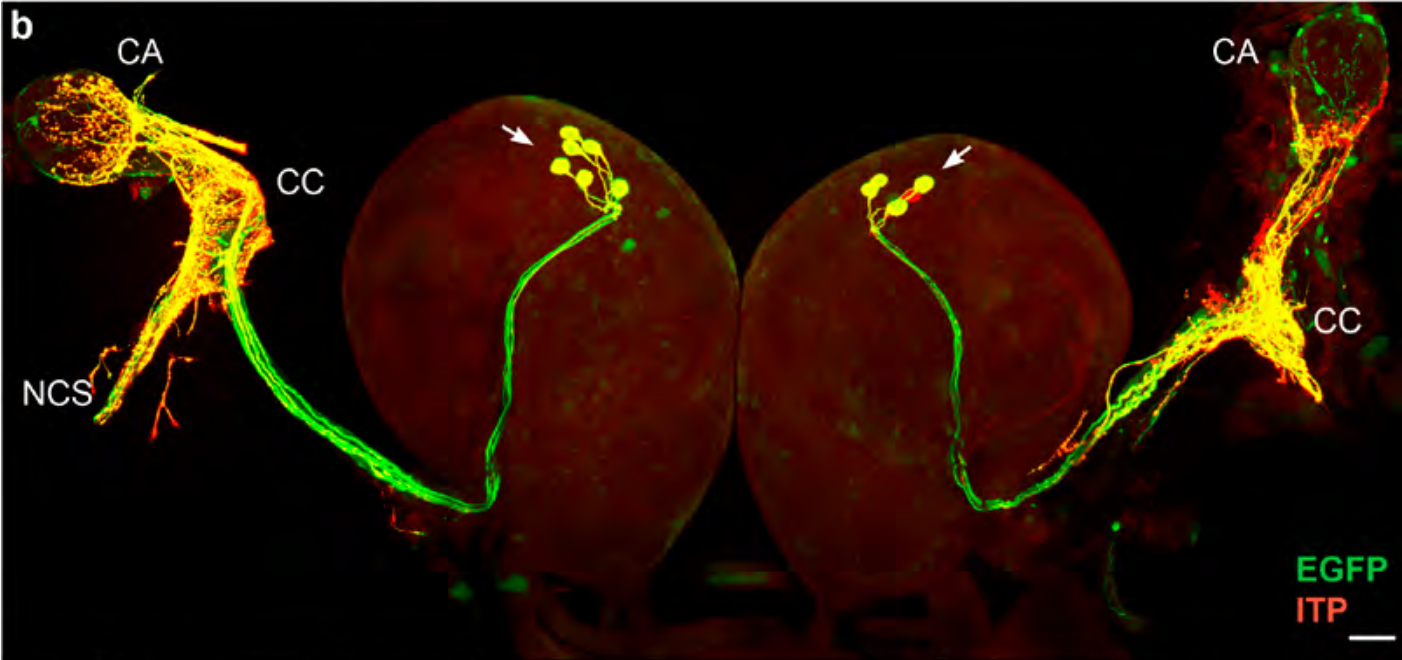
**zodpovedný riešiteľ**  
RNDr. Žitňan Dušan, DrSc.  
**riešiteľská organizácia**  
Ústav zoológie SAV, v. v. i.  
**spoluriešiteľská organizácia**  
Biomedicínske centrum SAV, v. v. i. - Virologický ústav  
Slovenská technická univerzita v Bratislave  
– Fakulta chemickej a potravinárskej technológie  
**termín riešenia**  
07/2019 – 06/2023  
**finančné prostriedky z APVV**  
230 000€  
**číslo projektu**  
APVV-18-0201

Obr. 1 / Schématický náčrt itp génu.

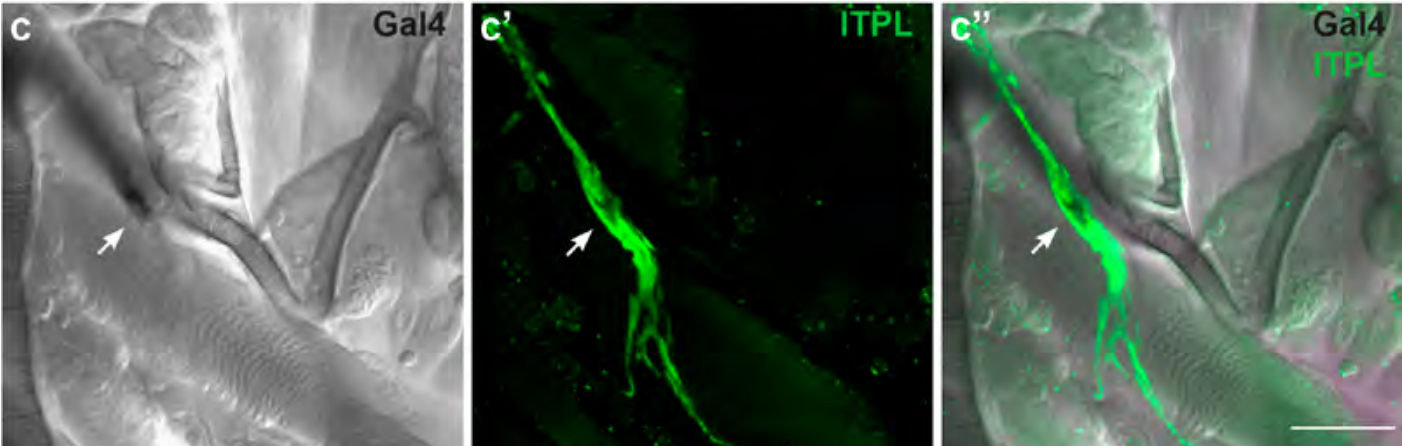
Obr. 2 / Expresia EGFP pod vplyvom promótoru pITP v neurónoch mozgu (šípky) s axónmi inervujúcimi periférne sekréčne orgány (CC, CA). c, c', c'' Kolokalizácia ITPL- s pITP-Gal4 v periférnych L1 neurónoch. Mierka 50 µm



Obr. 1



Obr. 2





# Nekonvenčné aplikácie nových sekvenačných technológií v komparatívnej a funkčnej genomike

## Predmet výskumu

Dostupnosť kvalitných genómových sekvencií je kľúčová pre základný výskum i biotechnologické aplikácie. Veľkosť a komplexita genómov, variabilné zastúpenie báz, repetitívne a transpozabilné elementy, segmentálne duplikácie, heterozygotita alebo rôzny stupeň ploidie však stanovenie genómových sekvencií komplikujú. Projekt bol zameraný na vývoj experimentálnych a bioinformatických prístupov, ktoré v kombinácii so sekvenačnými technológiami tretej generácie umožňujú stanovenie kompletných genómových sekvencií zástupcov dvoch fylogenetických línií askomycetných kvasiniek *Magnusiomyces/Saprochaete* a *Lodderomyces/Candida*, ktoré sa vyznačujú vysokou genetickou a fenotypickou diverzitou a sú preto vhodné pre komparatívne a funkčné analýzy.

## Ciele projektu

Cieľom projektu bolo vypracovanie a optimalizácia protokolov pre izoláciu vysokomolekulárnej DNA nekonvenčných druhov kvasiniek, vývoj nových bioinformatických nástrojov pre spracovanie dát z nanopórového sekvenátora, ako aj komparatívne a funkčné analýzy získaných genómových sekvencií. V priebehu pandémie COVID-19 boli ciele projektu rozšírené o analýzu genómových sekvencií vírusu SARS-CoV-2 a monitoring variantov vírusu v klinických vzorkách, ako aj v zmesných vzorkách izolovaných z odpadových vôd.

## Dosiahnuté výsledky

K najvýznamnejším výsledkom riešenia projektu patria (1) optimalizované protokoly pre (i) prípravu a analýzu vzoriek vysokomolekulárnej DNA nanopórovou technológiou a (ii) biochemické obohacovanie telomerických fragmentov a analýzu dĺžky teloméru individuálnych chromozómov; (2) genómové sekvencie 49 druhov askomycetných a bazidiomycetných kvasiniek; (3) sekvencie 3731 izolátov vírusu SARS-CoV-2; (4) bioinformatický softvér vhodný pre (i) spracovanie surových dát z nanopórového sekvenátora (určovanie báz a ich zarovnávanie k referenčnému

genómu), (ii) monitorovanie procesu sekvenovania vírusových genómov (napr. SARS-CoV-2) v reálnom čase, (iii) analýzu zastúpenia variantov vírusov vo vzorkách odpadových vôd, (iv) určovanie dĺžky krátkych tandemových repetícií (STR) v nanopórových dátach, a (v) výpočet štatistickej významnosti prekryvov genomických anotácií. Výsledky analýzy vírusových sekvencií viedli k identifikácii nového variantu SARS-CoV-2 línie B.1.258 s deléciou v géne pre proteín Spike. Komparatívne analýzy sekvencií kvasinkových genómov umožnili (i) charakterizovať biochemické dráhy kvasiniek *Lodderomyces/Candida* a zodpovedajúce metabolické klastre génov, ktoré sú zahrnuté v asimilácii hydroxyaromatických zlúčenín, (ii) identifikovať nový typ nekanonických telomerických repetícií, a (iii) odhaliť rozdiely v zastúpení expanzných segmentov v ribozomálnych RNA kvasiniek rodu *Magnusiomyces/Saprochaete*. Výsledky projektu boli publikované v 26 vedeckých publikáciách, ako aj formou 14 prednášok a posterov na medzinárodných vedeckých konferenciách.

## Prínos pre prax

Vytvorené laboratórne protokoly vhodné pre nanopórové sekvenovanie nukleových kyselín, bioinformatický softvér, získané genómové sekvencie a verejné genómové prehľadové nástroje môžu nájsť uplatnenie v biomedicínskych vedách a biotechnológiách. Časť získaných výsledkov už našla uplatnenie pri analýze variantov vírusu SARS-CoV-2 v slovenskej populácii počas pandémie COVID-19 v rokoch 2020-2021 a sú tiež aplikovateľné pri ďalšom monitorovaní vírusu v odpadových vodách. Genómové sekvencie nekonvenčných druhov kvasiniek a charakterizované biochemické dráhy pre degradáciu hydroxyaromatických zlúčenín sú základom pre ich využitie v biotechnológiách alebo bioremediáciách. V prípade patogénnych druhov sú genómové sekvencie potenciálne využiteľné aj v molekulárnej diagnostike alebo identifikácii molekulárnych cieľov vhodných pre terapiu kvasinkových infekcií. Projekt zároveň prispel k príprave mladých vedec-kých pracovníkov a študentov v programoch biochémie, genetiky a informatiky.

## zodpovedný riešiteľ

prof. RNDr. Nosek Jozef, DrSc.

## riešiteľská organizácia

Univerzita Komenského v Bratislave

## termín riešenia

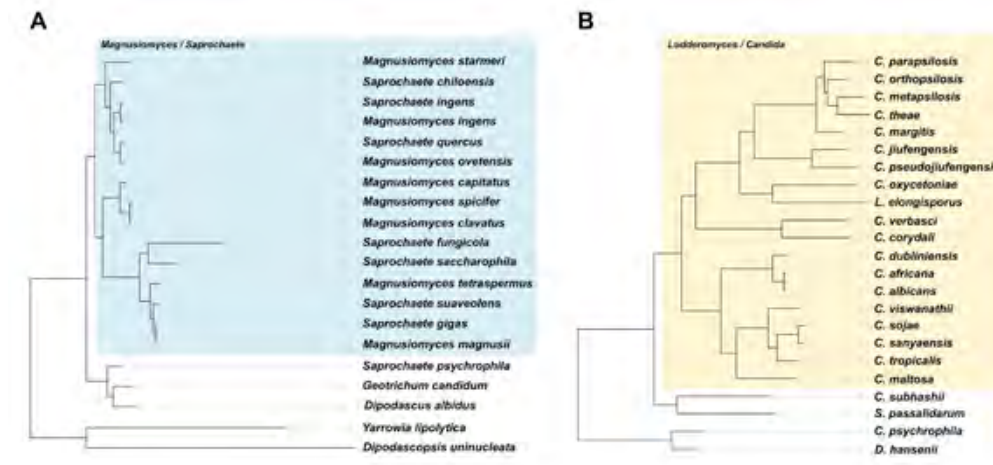
07/2019 - 06/2023

## finančné prostriedky z APVV

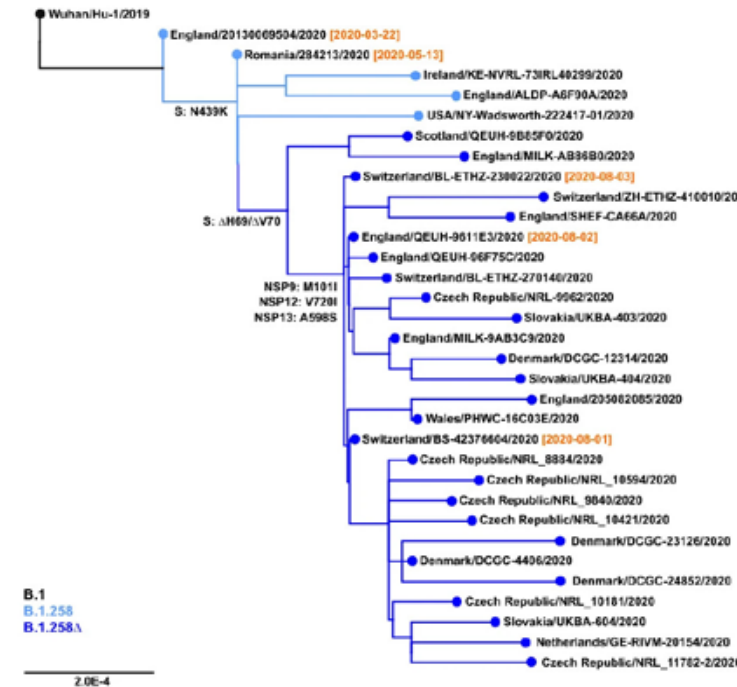
240 000 €

## číslo projektu

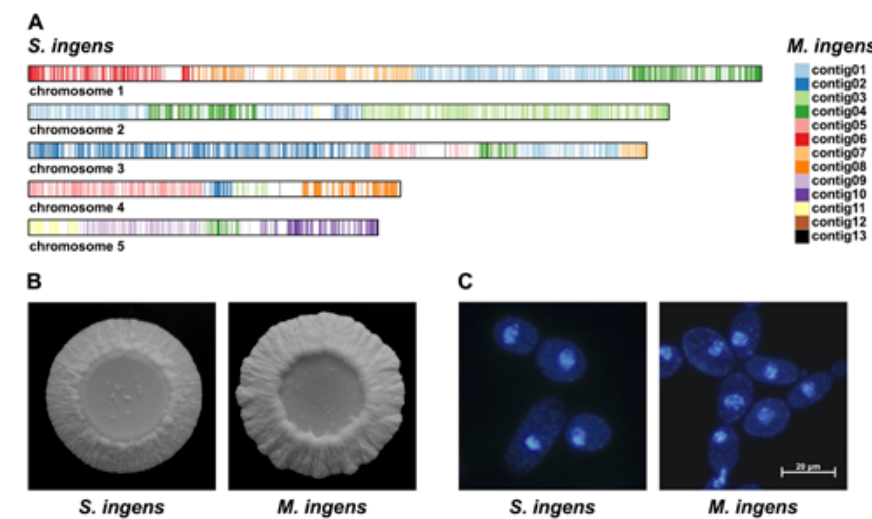
APVV-18-0239



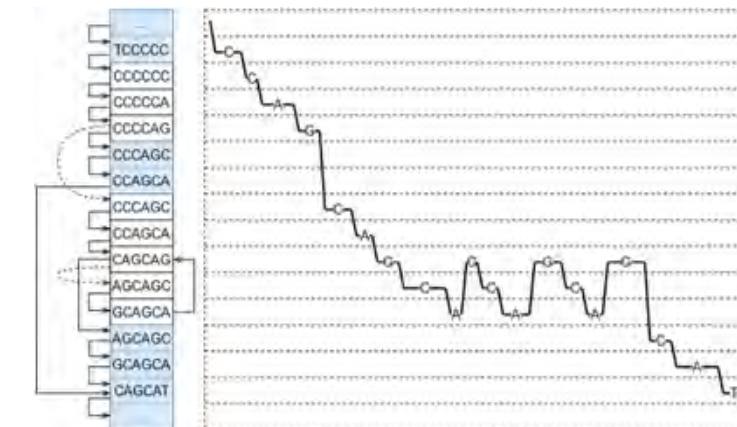
Obr. 1



Obr. 3



Obr. 2



Obr. 4

Obr. 1 / Fylogenetické stromy kvasiniek *Magnusiomyces/Saprochaete* (A) a *Lodderomyces/Candida* (B) (Nosek a kol., nepublikované).

Obr. 2 / Porovnanie genómových sekvencií (A), morfológie kolónií (B) a buniek (C) dvoch blízko príbuzných druhov kvasiniek *Saprochaete ingens* CBS 517.90 a *Magnusiomyces ingens* CBS 521.90 (Hodorová a kol., 2019).

Obr. 3 / Pôvod variantu B.1.258 ΔH69/ΔV70, ktorý spôsobil významnú vlnu ochorení COVID-19 na jeseň 2020 na Slovensku, v Českej republike a Slovinsku. Fylogenetický strom vytvorený zo vzoriek v databáze GISAID ukazuje čas a miesto vzniku kľúčových mutácií S:N439K, S:ΔH69/ΔV70, NSP9:M101I, NSP12:V720I, a NSP13:A598S (Brejová a kol., 2021).

Obr. 4 / Reprezentácia krátkeho tandemového opakovania pomocou konečného automatu pomáha presnej identifikácii počtu opakovaní zo surových čítaní nanopórového sekvenovania použitím modifikovaného algoritmu dynamic time warping. Algoritmus bol implementovaný v softvérovom nástroji WarpSTR (Sitarčík a kol., 2023).



## Štruktúra ťažkých exotických jadier

### Predmet výskumu

Projekt bol zameraný na štúdium jadrovej štruktúry ťažkých atómových jadier, najmä takzvaných exotických izotopov ďaleko od oblasti stability. Všeobecným cieľom bolo zlepšiť naše chápanie jadier, hlavne pre extrémne protónovo bohaté jadrá v okolí olova ( $Z=82$ ) a v oblasti najťažších prvkov s 250 nukleónmi.

### Ciele projektu

Teoretické modely popisujúce atómové jadrá sú vyvíjané na základe známych experimentálnych údajov často pre jadrá blízko oblasti stability. Štúdium izotopov na hranici existencie atómových jadier je náročné, ale poskytuje dôležité údaje na testovanie týchto modelov. Štruktúra atómových jadier, t. j. kvantová konfigurácia ich základných a vzbudných stavov, výrazne ovplyvňuje ich stabilitu a rádioaktívny rozpad. Preto bolo hlavným cieľom projektu získať nové informácie o produkcii a jadrovej štruktúre týchto exotických jadier.

### Dosiahnuté výsledky

Údaje boli získané v špičkových a prestížnych medzinárodných inštitútoch poskytujúcich unikátnu experimentálnu infraštruktúru. Vzhľadom na komplexnosť a rozsiahle požiadavky meraní sme úzko spolupracovali s tímami z niekoľkých vynikajúcich univerzít a laboratórií. Samotné merania boli realizovné na experimentoch SHIP v GSI Darmstadt (Nemecko), ISOLDE v CERN (Švajčiarsko), na zariadeniach v laboratóriu JYFL na Univerzite v Jyväskylä (Fínsko), AGFA a FMA v Argonne National Laboratory (USA) a ďalších. V tomto projekte sme získali vynikajúce a podrobné údaje o rozpadovej spektroskopii pre viacero izotopov. Nižšie uvádzame niektoré vybrané príklady: Jedinečný výsledok bol získaný v meraní beta-oneskoreného štiepenia izotopu  $^{188}\text{Bi}$ , pre ktoré boli získané údaje o štiepení po beta premene dvoch dlhožijúcich stavov v tomto izotope. Toto meranie predstavovalo komplexný prístup kombinácie atómovej a jadrovej fyziky s použitím atómovej laserovej a jadrovej rozpadovej spektroskopie.

Ďalším jedinečným výsledkom kombinovanej laserovej a rozpadovej spektroskopie bola identifikácia skokových zmien tvaru v neutrónovo-deficitných izotopoch bizmutu a zlata, ktoré vykazujú periodické zmeny tvaru jadier medzi susednými izotopmi.

V oblasti najťažších izotopov sme pozorovali nové K-izoméne stavy v izotope  $^{255}\text{No}$ . Tento typ izoméru je v oblasti záujmu jadrovej fyziky ťažkých prvkov pre jeho možný stabilizačný efekt pri rádioaktívnych rozpadoch jadier. Takýto dodatočný stabilizačný účinok by mohol byť kľúčový pre budúcu syntézu nových superťažkých prvkov.

Pre izotop  $^{247}\text{Md}$  sme získali nové údaje o rozpade izoméneho stavu v tomto jadre, ktoré taktiež súvisia s témou produkcie a vlastností superťažkých prvkov. Štruktúra izomérov v jadrách okolo Fermia ( $Z=100$ ) je ovplyvnená jednočasticovými hladinami vychádzajúcich z orbitálov definujúcich možnú uzavretú vrstvu so 114 protónmi v rámci vrstvého modelu. Takáto uzavretá vrstva, ak existuje, by mala poskytnúť zvýšenú stabilitu superťažkých prvkov. Uskutočnili sme niekoľko meraní s cieľom syntetizovať nové izotopy. Tieto merania poskytujú o.i. cenné údaje o mechanizme produkčných reakcií ťažkých atómových jadier. Tento projekt prispel k objavu doteraz neznámych izotopov  $^{190}\text{At}$  v Argonne National Laboratory,  $^{249}\text{No}$  v JINR Dubna a  $^{160}\text{Os}$  a  $^{156}\text{W}$  na Univerzite v Jyväskylä.

### Prínos pre prax

Projekt predstavuje základný výskum na hranici experimentálnych možností súčasnej jadrovej fyziky a hlavnými výstupmi sú preto nové údaje a poznatky publikované v prestížnych recenzovaných prácach. Získali sme mnohé výsledky prispievajúce k pochopeniu jadrovej štruktúry ťažkých prvkov. Výsledkom tohto projektu je doteraz publikovaných takmer 20 článkov, ktoré boli 100 krát citované. Keďže projekt bol realizovaný na univerzite, dôležitým bol aj jeho prínos k výchove nových odborníkov. Pomohol vytvoriť kreatívne prostredie a umožnil aktívnu účasť na špičkových experimentoch viacerým študentom Univerzity Komenského v Bratislave, ktorí získali dôležité skúsenosti pre ich budúcu kariéru.

#### zodpovedný riešiteľ

doc. Mgr. Antalík Stanislav, PhD.

#### riešiteľská organizácia

Univerzita Komenského v Bratislave

– Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

#### termín riešenia

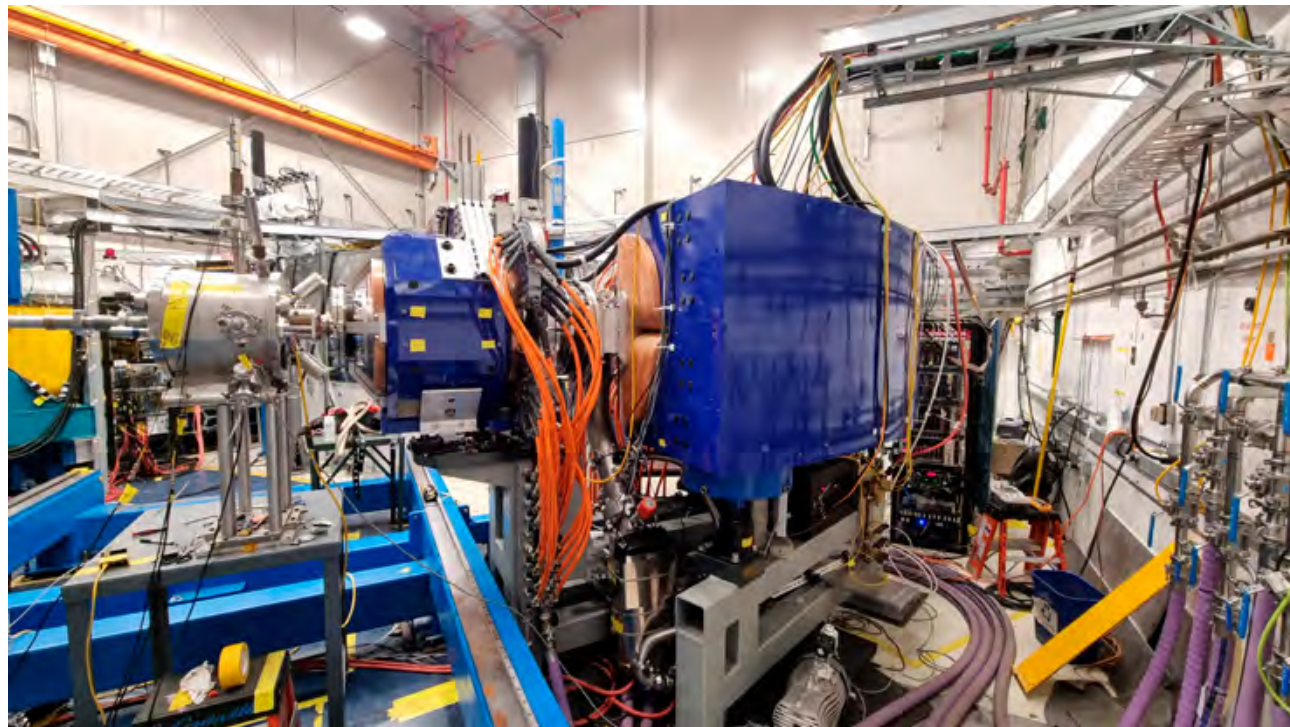
07/2019 – 06/2023

#### finančné prostriedky z APVV

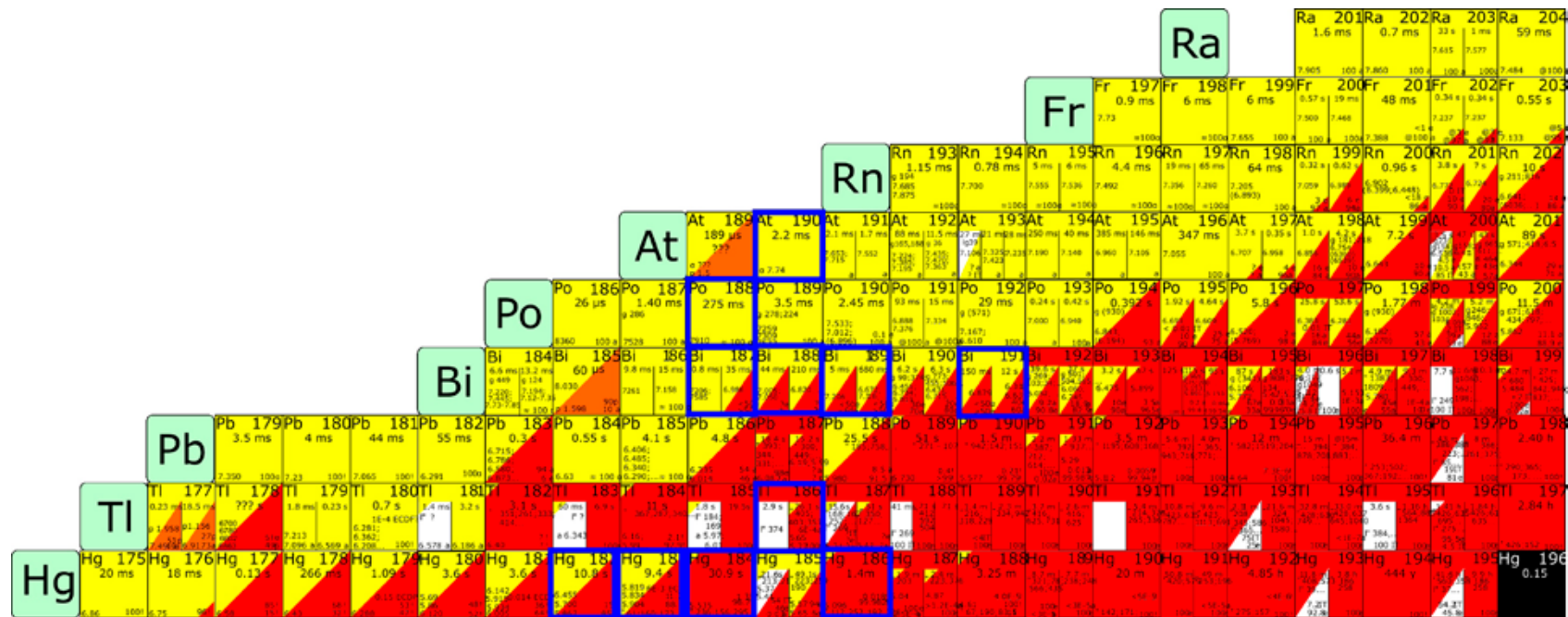
87 967 €

#### číslo projektu

APVV-18-0268



Obr. 1



Obr. 2

Obr. 1 / Separátor AGFA v Argonne National Laboratory (USA), na ktorom boli realizované niektoré z meraní v rámci riešeného projektu, ako napríklad syntéza doposiaľ neznámeho izotopu  $^{190}\text{At}$ .

Obr. 2 / Oblasť neutrónovo deficitných izotopov, ktorých štúdium bolo jedným z cieľov projektu. Modré štvorce označujú izotopy, pre ktoré boli získané výsledky z experimentálnych meraní v rámci projektu.



# Nelineárne javy v dynamických systémoch z prírodných a technických vied

## Predmet výskumu

Projekt bol venovaný rozvoju štyroch tematických okruhov v teórii nelineárnych dynamických systémov: Asymptotickému správaniu sa riešení nelineárnych parabolických úloh, Kvalitatívnym vlastnostiam evolučných rovníc a ich frakcionálnych verzii, Dynamickým systémom v populačných a biochemických procesoch, Prúdeniu a fázovej premene nestlačiteľnej tekutiny s voľnými hranicami. Projekt bol prirodzeným pokračovaním predchádzajúcich úspešných APVV projektov, z ktorých dva posledné boli tiež vyhodnotené ako výskumné projekty s vynikajúcou úrovňou: Nelineárne javy v evolučných rovniciach (2007), Nelineárne javy v spojitých a diskretných dynamických systémoch (2010), Nelineárne javy v evolučných rovniciach z prírodných a technických vied (2014). Zodpovedným riešiteľom tohto projektu a aj všetkých predchádzajúcich projektov bol prof. RNDr. Marek Fila, DrSc., ktorý náhle skončil dva mesiace pred jeho skončením.

## Ciele projektu

Hlavným cieľom bolo dosiahnutie nových výsledkov v základnom výskume v oblasti nelineárnych dynamických systémoch, ktoré sú motivované spojitými matematickými modelmi z prírodných a technických vied.

## Dosiahnuté výsledky

Výsledky projektu boli publikované v troch monografiách, v 117 publikáciách v zahraničných karentovaných časopisoch a v 32 publikáciách, publikovaných v recenzovaných vedeckých časopisoch v zahraničí a boli prezentované na mnohých pozvaných prednáškach na medzinárodných vedeckých podujatiach. Práce publikované v rámci projektu získali do konca roku 2023 333 citácií v karentovaných časopisoch podľa SCI. Člen riešiteľského kolektívu prof. M. Fečkan sa dostal do rebríčka Highly Cited Researchers za roky 2019 a 2021. Rebríček

zostavuje spoločnosť Clarivate Analytics z Web of Science Group. V roku 2020 sa stal prof. M. Fečkan finalistom pre ocenenie Výnimočná osobnosť slovenskej vedy.

## Prínos pre prax

Vzhľadom na skutočnosť, že projekt spadá do oblasti základného výskumu, uplatnenie jeho výsledkov pre prax má dve formy: Priama forma: Publikčná aktivita členov riešiteľského kolektívu, ktorí výsledky svojho výskumu v spolupráci s matematikmi z prestížnych zahraničných univerzít publikovali v popredných odborných časopisoch a mali prednášky na medzinárodných konferenciách a seminároch. Nepriama forma: Kontaktná pedagogická činnosť členov riešiteľského kolektívu, ktorí sa zúčastňovali a zúčastňujú výučby všetkých troch stupňov štúdia Matematiky na FMFI UK. Výberom témy skončeného projektu členovia riešiteľského kolektívu naplňali reformné ciele štúdia matematiky smerom k hlbšiemu prepojeniu matematiky s technickými a prírodnými vedami. Dôležitým výsledkom projektu bolo vzdelávanie diplomantov a PhD študentov. K dnešnému dňu s riešeným projektom súviselo 12 diplomových prác, z ktorých 5 už bolo obhájených a u 7 prác je predpoklad obhajoby jún 2024. Počas trvania projektu bolo obhájených 5 PhD prác a traja doktorandi ešte študujú v dennej forme štúdia. Vďaka finančnej podpore APVV bolo možné ďalej rozvíjať zahraničné kontakty členov riešiteľského kolektívu, ktoré pokračujú aj po jeho skončení. Záverom uvedieme názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení: George Mason University, USA (D. M. Anderson) Marche Polytecnic University, Ancona - Italy (Flaviano Battelli) Romanian Institute of Science and Technology (Marius-F. Danca) The University of Tokyo, Japonsko (Kazuhiro Ishige) The Academy of Sciences of the Czech Republic (J. Kyselica) Leibniz Universität Hannover, Nemecko (Johannes Lankeit)

**zodpovedný riešiteľ**  
prof. RNDr. Filo Ján, CSc.  
**riešiteľská organizácia**  
Univerzita Komenského v Bratislave – Fakulta matematiky, fyziky a informatiky  
**termín riešenia**  
07/2019 – 06/2023  
**finančné prostriedky z APVV**  
150 000 €  
**číslo projektu**  
APVV-18-0308

Martin-Luther-University Halle-Wittenberg, Nemecko (V. Pluschke)  
University of Minnesota, USA (Peter Poláčik)  
University of Delaware, USA (Abhyudai Singh)  
Mathematics Research Institute of Université Paris 13, Francúzsko (Philippe Souplet)  
Tokyo Institute of Technology, School of Science, Japonsko (Eiji Yanagida)  
Guizhou University, Čína (JinRong Wang, Qixiang Li)  
University of Oxford, UK (A. J. Wells)  
Člen riešiteľského kolektívu doc. Richard Kollár sa zúčastňoval množstva aktivít spojených s pandemiou na Slovensku a aktívne pôsobil v rôznych poradných orgánoch štátnych a samosprávnych orgánov - prezidentky SR, vlády SR, ministerstva zdravotníctva SR, ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR, mesta Trenčín, mesta Bratislava.



Obr. 1

Obr. 1 / Riešiteľský kolektív projektu  
Horný rad zľava (docenti a odborní asistenti):  
Michal Pospíšil, Richard Kollár, Pavol Bokes, Július Pačuta, Peter Guba  
Dolný rad zľava (profesori): Pavol Quittner, Milan Medveď, Ján Filo, Michal Fečkan  
  
Obr. 2 / Zodpovedný riešiteľ projektu do 20.4.2023  
profesor Marek Fila



Obr. 2



# TECHNICKÉ VEDY





## Optimálny návrh mikro/nano konštrukcií pre metamateriály

### Predmet výskumu

Projekt je zameraný na počítačové analyzovanie pokročilých metamateriálov pre vývoj nového typu nano-rozmerných senzorov na monitorovanie trhlin z dôvodu prevencie pred poškodením inžinierskych konštrukcií. Klasické detektory poškodenia konštrukčných prvkov spočívajú na využití piezoelektrického javu. Avšak piezoelektricitá sa vyskytuje len v materiáloch nevykazujúcich stredovú symetriu. Na druhej strane, flexoelektricitá je podobný jav vzniku elektrickej polarizácie avšak v každom dielektrickom materiáli za predpokladu výskytu gradientov deformačného poľa. Navyše vieme, že v okolí čela trhliny sú obrovské napätia, deformácie a gradienty deformácií. Preto je možné využiť flexoelektricitu pri vývoji nového typu senzorov - gradientných senzorov, umožňujúcich vysoko citlivú detekciu gradientov deformácií a napokon aj detekciu trhlínového poškodenia a to bez obmedzení klasických detektorov.

### Ciele projektu

- Optimálne navrhovanie pokročilých metamateriálov na monitorovanie zdravia konštrukcií predpokladá dosiahnutie významného pokroku v oblastiach teórie kontinua, fyziky pevnej fázy, matematického a numerického modelovania, ako aj vo vývoji progresívnych výpočtových metód, umožňujúcich numerické simulácie ako neodmysliteľnej súčasti úspešného dizajnu. Toto determinovalo nasledovné ciele projektu:
- Modelovanie úloh s viazanými elektro-elastickými poľami v rámci gradientných teórií kontinua, zahrňujúcich gradienty deformácií a intenzity elektrického poľa
- Vypracovanie variačnej formulácie pre úlohy s viazanými elektro-elastickými poľami v gradientnej teórii kontinua
- Vypracovanie výpočtových metód pre numerické riešenie okrajových úloh pre parciálne diferenciálne rovnice s vyššími rádmí derivácií
- Odvodenie dráhovo nezávislého J-integrálu pre určovanie stability a rastu trhlin v metamateriáloch

Numerická verifikácia vypracovaných výpočtových metód a vykonanie numerických simulácií odozvy konštrukcií z metamateriálov

### Dosiahnuté výsledky

Modelovanie nových javov viazaných polí v rámci gradientných teórií kontinua, keďže klasická teória kontinua je nepoužiteľná z dôvodu absencie gradientov z gradientov primárnych polí. Zahrnutie gradientov vyšších rádo do modelov kontinua prináša tiež nové materiálové koeficienty, obsahujúce mikroštruktúrne dĺžkové parametre. Tieto parametre reflektujú materiálovú mikroštruktúru v použitom fenomenologickom popise, umožňujúcom interpretáciu experimentálne pozorovateľných veľkostných efektov vo vzorkách, ktorých charakteristická dĺžka je zrovnateľná s mikroštruktúrnymi dĺžkovými parametrami. Je zrejmé, že také efekty hrajú rolu aj v zónach s nezanedbateľnými gradientmi 2. rádu pre primárne polia. Bola odvodená formula pre dráhovo nezávislý J-integrál, použiteľný pre zistenie stability resp. rastu trhlin. Bolo zistené, že hodnota J-integrálu a roztvorenia trhlin klesajú s rastúcim koeficientom flexoelektricity.

Okrem multi-fyzikálnych aspektov, vypracované formulácie obsahujú parciálne diferenciálne rovnice s deriváciami vyšších rádo ako v klasickej formulácii, kde je použiteľná štandardná metóda konečných prvkov (FEM). Na úspešnú aproximáciu derivácií vyšších rádo bola navrhnutá Mixed FEM. V tejto metóde sú použité štandardné prvky s CO spojitostou na aproximáciu nielen premiestnení ale aj tenzoru deformácií. Podobne sú aproximované aj elektrický potenciál a intenzita elektrického poľa. Kinematické väzby medzi premiestneniami a tenzorom deformácií, ako aj medzi elektrickým potenciálom a vektorom elektrickej intenzity, sú splnené kolokačne v niekoľkých vnútorných bodoch elementu. Okrem toho bola na riešenie multi-fyzikálnych úloh v gradientnej teórii kontinua vyvinutá aj bezprvková Petrov-Galerkinova metóda.

### zodpovedný riešiteľ

prof. Ing. Sládek Ján, DrSc.

### riešiteľská organizácia

Ústav stavebníctva a architektúry SAV, v. v. i.

### termín riešenia

08/2018 - 11/2022

### finančné prostriedky z APVV

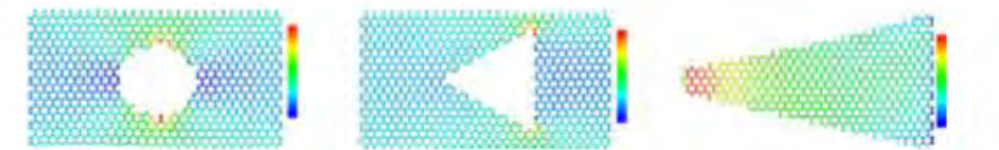
249 194 €

### číslo projektu

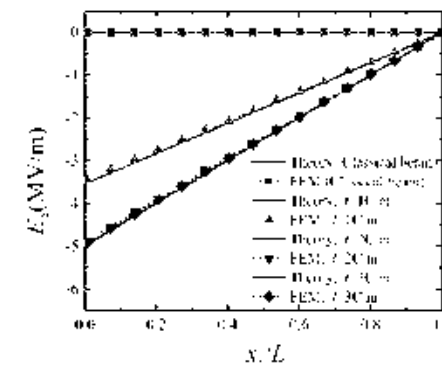
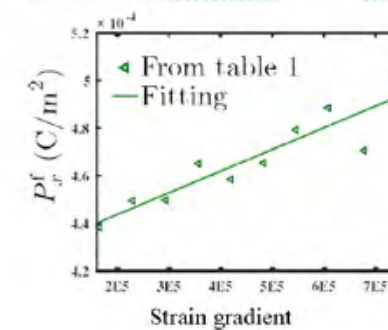
APVV-18-0004

### Prínos pre prax

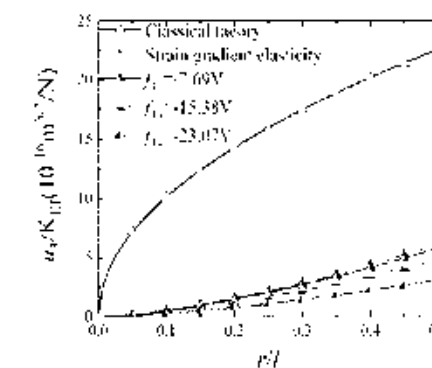
Monitorovanie zdravia konštrukcií je obzvlášť dôležité pre veľmi významné konštrukcie, také ako kontajnery s nukleárnym odpadom, priehrady a mosty, kde by zlyhanie viedlo ku katastrofe. To naliehavo opodstatňuje vyvíjanie citlivých metód pre in-situ monitorovanie iniciácie a rastu trhlin v skorých fázach, a obzvlášť v oblastiach veľkých gradientov deformácií. Dosiahnutý progres v skúmaní flexoelektricity môže napomôcť vývoju nového typu deformačno-gradientných senzorov.



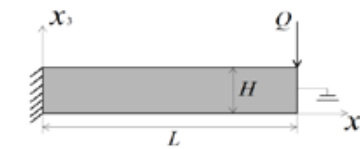
Obr. 1



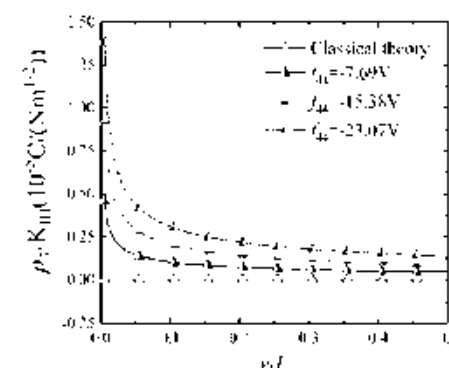
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 2



Obr. 5

Obr. 1 / Závislosť polarizačného vektora na gradiente deformácií pre grafén

Obr. 2 / Votknutý nosník s priečnym zaťažením na konci

Obr. 3 / Indukované elektrické pole vo votknutom nosníku pre rôzne flexoelektrické koeficienty

Obr. 4 / Závislosť mimo-rovinného premiestnenia na hornom povrchu trhliny ( $\theta = \pi$ ) pri mode III zaťaženia

Obr. 5 / Závislosť mimo-rovinnej elektrickej polarizácie na hornom povrchu trhliny ( $\theta = \pi$ ) pri mode III zaťaženia

Predmet výskumu

Najznámejší prejav svetelného znečistenia (SZ) je nadmerný jas nočnej oblohy, čo je výsledok súhry pôsobenia vonkajšieho umelého svetla a procesov rozptylu v atmosfére Zeme. Šírenie umelého svetla do okolia závisí od vlastností lokálnej atmosféry, predovšetkým od jej aerosólovej zložky. To naznačuje, že riešenie problémov spojených so znečistením atmosféry môže prispieť aj k riešeniu SZ. Svetelné a atmosférické podmienky sú však celosvetovo príliš rozmanité, a aj vzhľadom k tomu sú merané distribúcie difúzneho svetla oblohy často výrazne odlišné od numerických predpovedí, preto bolo cieľom projektu vyvinúť metódy použiteľné pre ľubovoľnú lokalitu.

Ciele projektu

V kontexte fyziky svetelného znečistenia mal projekt ambiciózne ciele, a to najmä vyvinúť nové teoretické riešenie šírenia umelého svetla za ľubovoľných podmienok a zistiť mieru spolupôsobenia svetelných emisií a atmosféry na formovaní jasu nočnej oblohy. V synergii týchto výsledkov sa očakával revolučný rozvoj pokročilých metód identifikácie pozemných svetelných emisií z miest a aplikácie v svetelnej technike a teórii prenosu svetla.

Dosiahnuté výsledky

Vyvinuli sme nové metódy a prístroje na charakterizovanie častíc v prostredí nočnej atmosféry, čo nielen výrazne posunulo možnosti modelovania šírenia umelého svetla, ale poskytlo aj prostriedky na manažment SZ s prínosmi napr. v oblasti ekologických štúdií. Ako súčasť výskumu sme vyvinuli novú experimentálne aj ekonomicky nenáročnú metódu, pomocou ktorej môžu odborníci z celého sveta študovať vlastnosti atmosférického aerosólu nepretržite počas dňa aj noci. Práve obrovská priepasť v dostupnosti denných a nočných údajov a chýbajúce metódy systematického nočného optického monitoringu miestneho aerosólu boli hlavnou príčinou, prečo vedci doposiaľ nedokázali predpovedať dynamiku SZ v rôznych lokalitách. Tá totiž silne závisí na

miestnom aerosóle. Nami vyvinutá metóda nájde uplatnenie v rutinnom použití prakticky kdekoľvek na svete. Môže byť aplikovaná na prirodzene tmavých miestach aj v lokalitách s vysokou úrovňou SZ. Naše modely viedli k výraznému skráteniu doby výpočtu hemisférických máp jasu nočnej oblohy pri zachovaní vysokého uhlového rozlíšenia. Toto otvára cestu k vytvoreniu tretieho svetového atlasu umelého jasu nočnej oblohy, kde namiesto jasu oblohy len v smere k zenitu bude pre každé miesto na Zemi k dispozícii celooblohová mapa. Projekt inicioval tiež medzinárodnú spoluprácu naprieč viacerými vednými odbormi s cieľom plnohodnotnejšie využiť informačný obsah dát žiary nočnej oblohy.

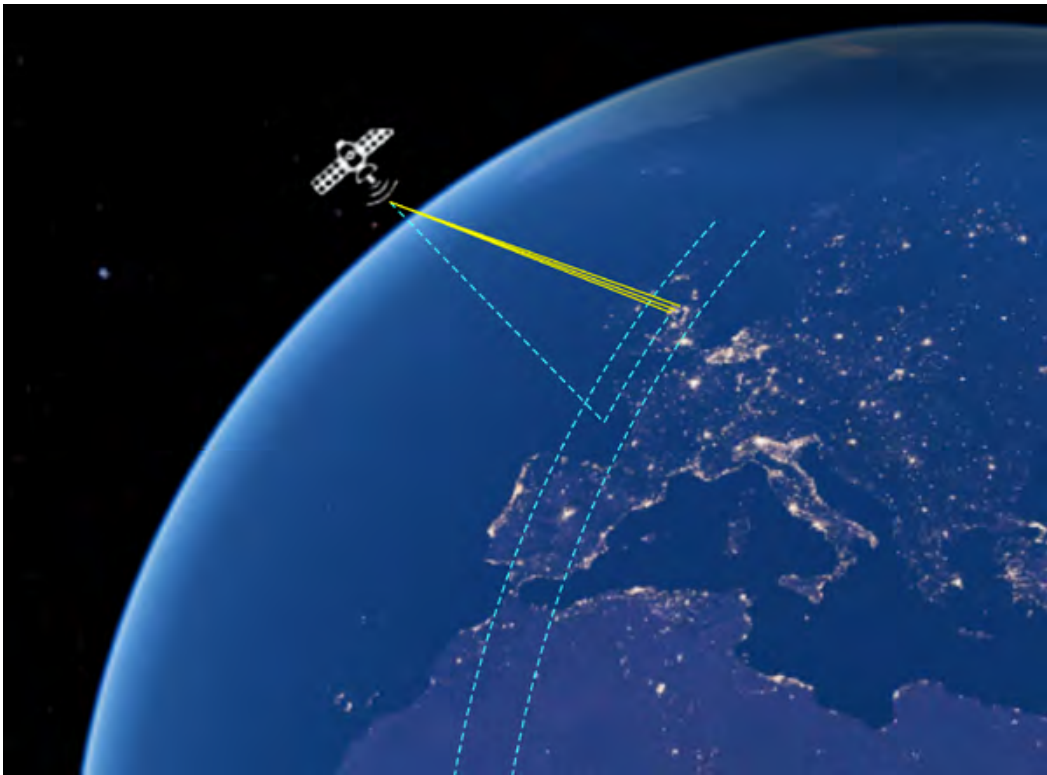
Jedným z hlavných výsledkov bolo zistenie, že doterajšie modely trpia systematickou chybou, pričom s jej odstránením sme navrhli aj spôsob korekcie celosvetovo archivovaných dát zenitového jasu. Získali sme riešenia, ktoré umožnili modelovanie SZ pri ľubovoľnom zákale atmosféry a vyvinuli sme prístroje pre in-situ charakterizáciu stavu oblohy, včítane heterogénnych oblačných polí. Modely umožnili vývoj úplne nových metód satelitného prieskumu svetelných zdrojov v rôznych častiach sveta a atmosféry v ich okolí. Teoretické riešenie prenosu žiarenia viedlo k rozvoju pozemných metód komplementárnych k metódam satelitného snímkovania povrchu Zeme, čo prinieslo možnosti systematického globálneho monitoringu SZ. Výsledky boli publikované v najvýznamnejších vedeckých časopisoch ako Science alebo Nature Astronomy a v niekoľkých ďalších časopisoch evidovaných v tzv. Nature-index.

Prínos pre prax

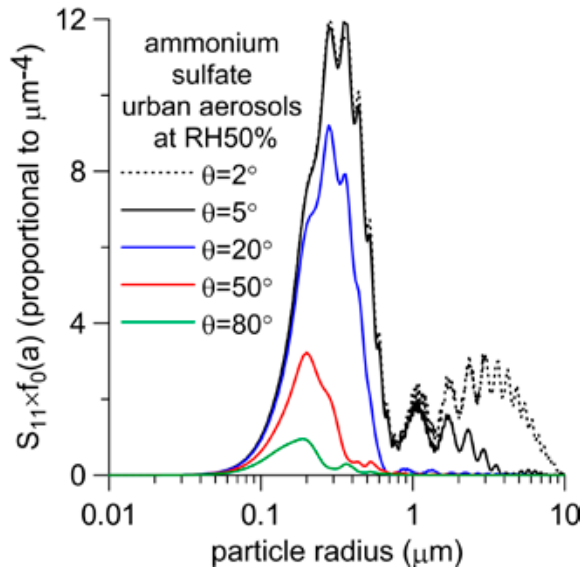
Logicky možno očakávať, že zníženie úrovni svetelného znečistenia je možné dosiahnuť intervenciou v oblasti použitej svetelnej techniky alebo ovplyvnením procesov prenosu svetla v atmosfére. Tradične sa potlačenie negatívnych dopadov SZ rieši modernizáciou technológií osvetlenia, ale tento typ intervencie má svoje limity a málokedy dosiahne benefit 10-20%. Systematickým výskumom sme preukázali, že redukciou alebo zmenou typu aerosólového znečistenia

**zodpovedný riešiteľ**  
Mgr. Kocifaj Miroslav, PhD.  
**riešiteľská organizácia**  
Ústav stavebníctva a architektúry SAV, v. v. i.  
**spoluriešiteľská organizácia**  
Univerzita Komenského v Bratislave  
– Fakulta matematiky, fyziky a informatiky  
**termín riešenia**  
07/2019 – 06/2023  
**finančné prostriedky z APVV**  
246 429 €  
**číslo projektu**  
APVV-18-0014

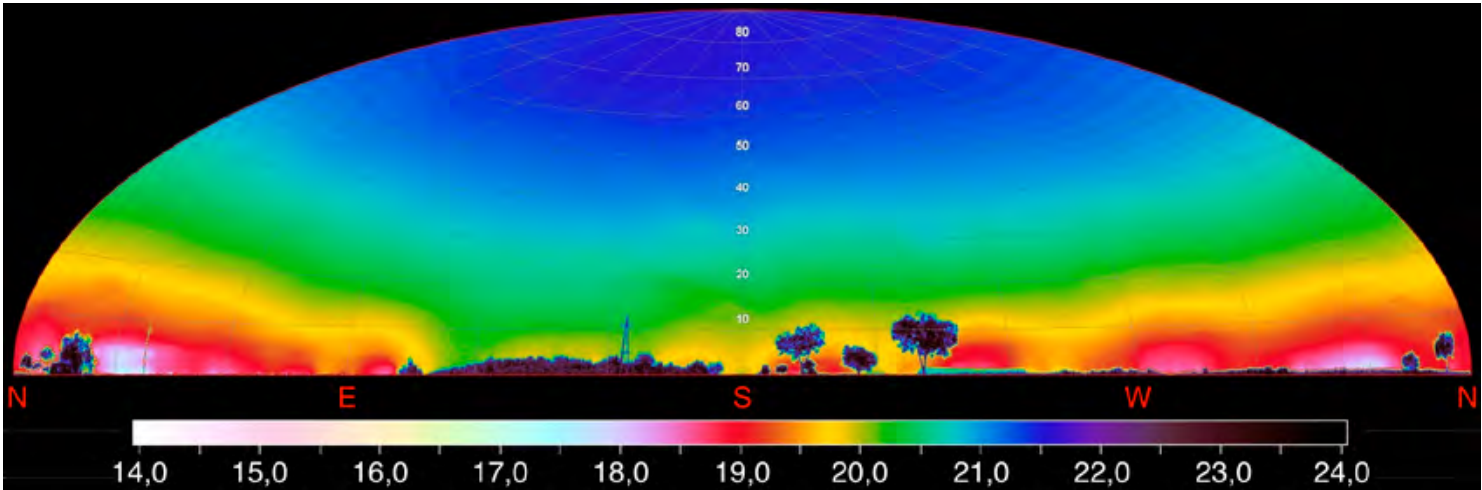
ovzdušia dokážeme znížiť jas nočnej oblohy v mestách a ich blízkom okolí o desiatky percent. Čistejší mestský vzduch znižuje optickú hrúbku aerosólu, čo následne vedie k poklesu žiary oblohy. V princípe vieme cielene identifikovať najrizikovejšie zdroje znečistenia, a tak definovať opatrenia, ktoré treba vykonať v tom-ktorom regióne či meste. Už teraz však s určitosťou môžeme povedať, že vhodnými opatreniami sú lepšia kontrola a regulácia emisií konkrétnych typov aerosólových častíc.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

Obr. 1 / Pozemné meranie rozloženia jasu na nočnej oblohe získané 19. júna 2018 o 1:29 miestneho času neďaleko rakúskeho Illmitzu (zobrazené v Hammer-Aitoffovej projekcii). Dominantné zdroje svetla sú zľava doprava: Bratislava, Nickelsdorf, Mosonmagyaróvár, Šoproň, Eisenstadt a Viedeň.

Obr. 2 / Satelitný monitoring možno na základe nami vyvinutých metód najnovšie využiť už aj na monitoring prachových obálok miest. Obrázok bol vytvorený na podklade snímok z „earth.google.com › web“ (Earth at Night - Google Earth).

Obr. 3 / Optický signál produkovaný prízemným aerosólom na úrovni satelitu. Výpočty ukazujú, že satelitné dáta sú citlivé na submikrónové častice mestského aerosólu, pričom úroveň signálu závisí na uhle rozptylu, teda uhle medzi smerom fotónov unikajúcich z mesta a smerom k satelitu.



## Vývoj nových metód pre analýzu spoľahlivosti zložitých systémov

### Predmet výskumu

Predmetom výskumu je analýza spoľahlivosti zložitých systémov (objektov) založená na matematickej reprezentácii systémov vo forme viacstavového systému (MSS). MSS je matematický model systému, ktorý nám umožňuje skúmať a vyhodnocovať nielen dva stavy systému ako zlyhanie a fungovanie, ale analyzovať viac stavov medzi zlyhaním a fungovaním, vrátane degradácie systému.

### Ciele projektu

Hlavným cieľom projektu je vytvorenie a rozvoj teoretických koncepcií pre kvalitatívnu a kvantitatívnu analýzu spoľahlivosti zložitých systémov reprezentovaných štruktúrnou funkciou viacstavového systému (MSS). Zahŕňa realizáciu teoretického výskumu a praktickú aplikáciu nových výsledkov:

1. Vytvorenie novej metodiky pre popis komplexného systému na báze MSS.
2. Vývoj nových metód pre analýzu dôležitosti MSS v závislosti od stavu jej komponentov.
3. Vypracovanie aplikácií analýzy spoľahlivosti na základe vyvinutého prístupu.

### Dosiahnuté výsledky

Dôležitým výsledkom projektu je vývoj nového prístupu pre komplexnú analýzu spoľahlivosti systému na základe jeho matematickej reprezentácie vo forme štruktúrnej funkcie MSS. Použitie MSS ako matematického modelu nám umožňuje realizovať detailnú analýzu zmien spoľahlivosti systému od perfektného fungovania až po úplné zlyhanie. Štruktúrna funkcia mapuje množinu všetkých možných stavov systémových komponentov na úroveň výkonu systému. Táto definícia štruktúrnej funkcie neumožňuje použiť tento matematický model na analýzu systému založeného na neurčitých a neúplne špecifikovaných údajoch (epistemická neistota). Na definovanie tohto problému bol vyvinutý nový prístup založený na klasifikačnej metóde (obr. 1). Dôležitým krokom vo vývoji tohto prístupu je definícia korelácie pojmov klasifikačných

úloh a úloh analýzy spoľahlivosti<sup>1</sup>. Fuzzy rozhodovací strom<sup>2</sup> bol použitý na analýzu MSS štruktúrnej funkcie ako hlavný klasifikátor. Na základe prístupu konštrukcie MSS štruktúrnej funkcie boli vyvinuté metódy analýzy dôležitosti systému<sup>3</sup>, 4 Indexy dôležitosti slúžia na definovanie a vyhodnotenie kritických stavov systému.

1. E.Zaitseva, V.Levashenko, J.Rabcan, A new method for analysis of Multi-State systems based on Multi-valued decision diagram under epistemic uncertainty, Reliability Engineering and System Safety, 2023
2. J.Rabcan, V.Levashenko, E.Zaitseva, M.Kvassay, EEG Signal Classification Based on Fuzzy Classifiers, IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2022
3. P.Sedlacek, E.Zaitseva, V.Levashenko, M.Kvassay, Critical state of non-coherent multi-state system, Reliability Engineering and System Safety, 2021
4. E.Zaitseva, J.Rabcan, V.Levashenko, M.Kvassay, Importance analysis of decision making factors based on fuzzy decision trees, Applied Soft Computing, 2023

### Prínos pre prax

Vyvinuté metódy analýzy spoľahlivosti a odhadu zložitých systémov boli použité v rôznych praktických aplikáciách. Môžeme uviesť tri dominantné oblasti, v ktorých sa uplatnil navrhovaný teoretický výsledok:

Prvým z nich je analýza spoľahlivosti systémov zdravotnej starostlivosti. Zvažovala sa najmä analýza spoľahlivosti ľudí založená na neurčitých údajoch v lekárskejších tímoch<sup>5</sup>. Hodnotil sa vplyv nového prístroja (merača žltáčky) používaného neonatologickým tímom na medicínske chyby (obr. 2). Druhou aplikáciou je analýza spoľahlivosti UAV a ich flotily/roja<sup>6</sup>. Indexy dostupnosti a dôležitosti boli vyvinuté a definované pre niekoľko typov flotíl UAV. Skúmali sa homogénne a heterogénne (obr. 3).

A treťou aplikáciou je spoľahlivosť a analýza rizík v oblasti klímy a degradácie pôdy. V rámci analýzy bola analyzovaná Oblasť slovenských Východných Karpát (obr. 4) z hľadiska rizika narušenia pralesov a hospodárskych lesov na základe údajov z pozorovania Zeme<sup>7</sup>.

### zodpovedný riešiteľ

prof. Ing. Zaitseva Elena, PhD.

### riešiteľská organizácia

Žilinská univerzita v Žiline – Fakulta riadenia a informatiky

### termín riešenia

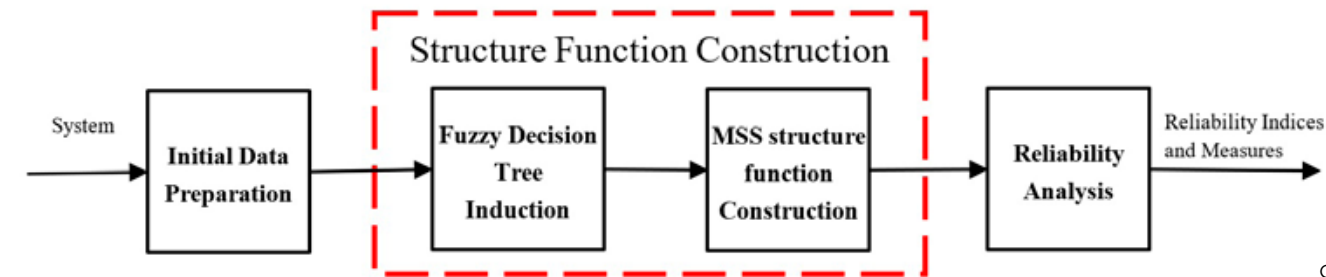
07/2019 – 06/2023

### finančné prostriedky z APVV

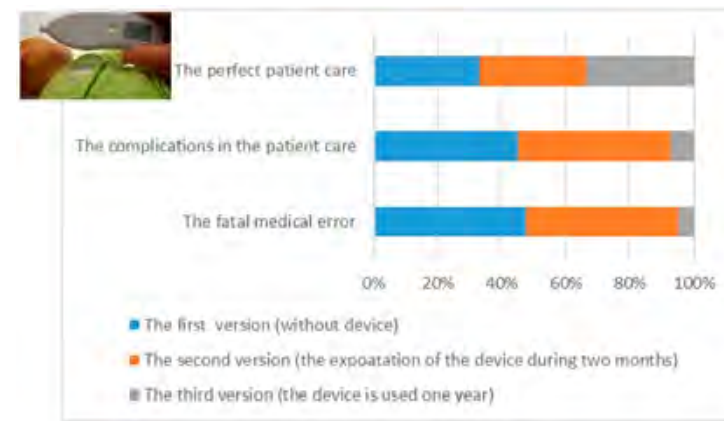
227 425 €

### číslo projektu

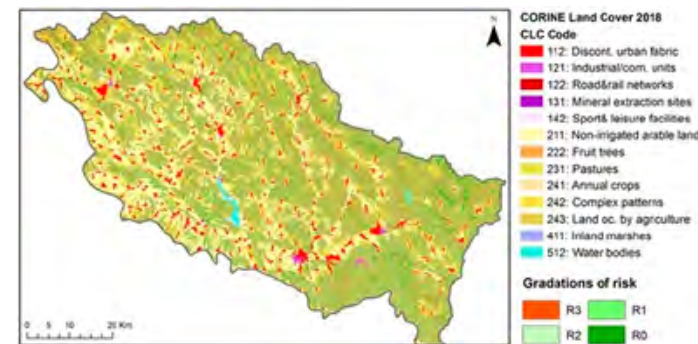
APVV-18-0027



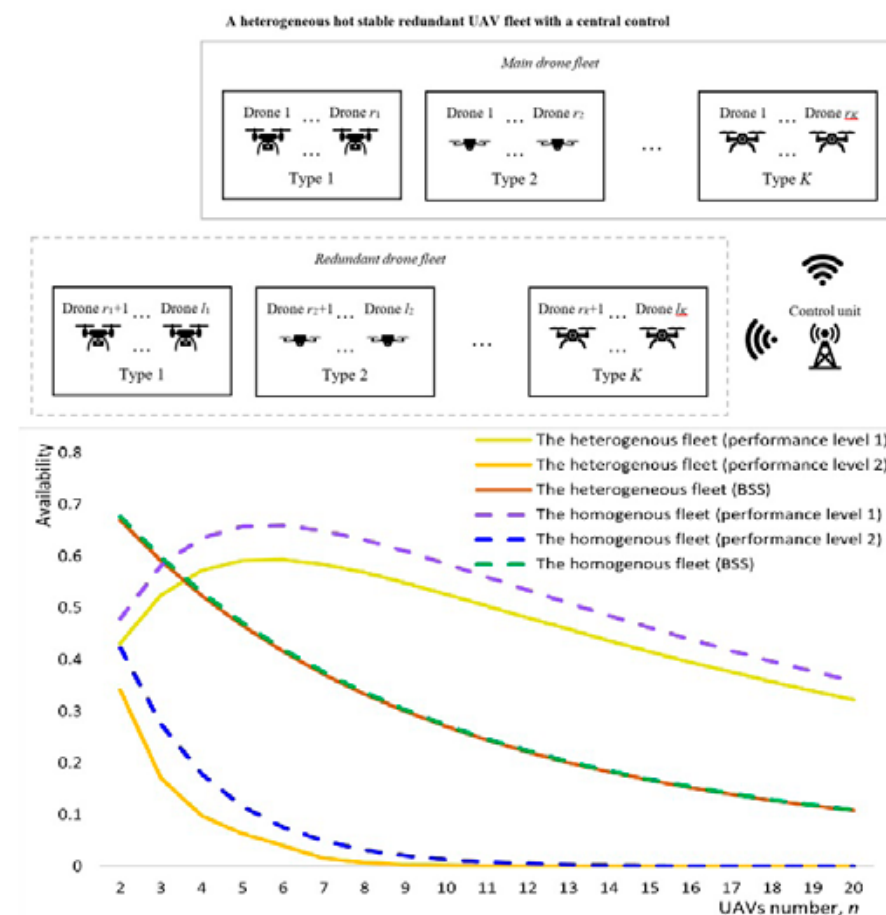
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 4



Obr. 3



### Predmet výskumu

Predmetom tohto experimentálneho výskumu sú nanokvapaliny na báze alternatívnych chladiacich a elektroizolačných kvapalín.

### Ciele projektu

Hlavným cieľom projektu bolo zefektívniť chladenie a elektrickú izoláciu transformátorov pomocou nanokvapalín. Čiastkové ciele projektu boli formulované nasledovne:

- Pripraviť magnetické nanokvapaliny s nanočasticami oxidov Fe, Co, Mn a nanokvapaliny s uhlíkovými nanoštruktúrami na báze štandardného transformátorového oleja, nového unikátneho typu izolačného oleja zo skvapalneného zemného plynu a na báze prírodných a syntetických esterov.
- Charakterizovať pripravené nanokvapaliny z hľadiska ich zloženia, stability, morfológie a štruktúry.
- Experimentálne skúmať magnetické, dielektrické, izolačné, reologické a tepelné vlastnosti pripravených nanokvapalín v závislosti od koncentrácie nanočastíc, teploty a externých elektrických a magnetických polí.
- Vyrobiť testovacie transformátory a testovať chladiace a izolačné schopnosti vybraných nanokvapalín v elektrickom transformátore so záťažou a porovnať výsledky so štandardným transformátorovým olejom.

### Dosiahnuté výsledky

Riešením tohto projektu boli pripravené a charakterizované viaceré nanokvapaliny na báze minerálnych transformátorových olejov, olejov zo skvapalneného zemného plynu a na báze prírodného a syntetického esteru. Medzi hlavné výsledky patrí zistenie, že dielektrickú odozvu magnetických nanokvapalín je možné citlivo ovplyvňovať externým magnetickým a elektrickým poľom, čo môže nájsť uplatnenie v oblasti senzoriky alebo spínania. Bolo dokázane, že externým elektrickým poľom je možné ovládať aj magnetickú

susceptibilitu magnetických kvapalín. Tento jav môže byť využitý na detekciu tvorby zhlukov nanočastíc v elektrickom poli.

Z hľadiska elektro-izolačných vlastností nanokvapalín bolo zistené, že prítomnosť stabilizovaných nanočastíc oxidov železa dokáže výrazne potláčať čiastočné výboje v minerálnom oleji, nie však v skvapalnenom zemnom plyne.

Zvlášť zaujímavým výsledkom je odhalenie elektrickým poľom vyvolanej vrstevnatej štruktúry magnetických nanočastíc na rozhraní magnetickej kvapaliny a kremikového kryštálu s vrstvou medi. Toto poznanie prispieva k pochopeniu tepelného transportu z tuhého telesa do nanokvapaliny. Na základe tohto experimentálneho výsledku sme navrhli mechanizmus prestupu tepla zo zdroja tepla do nanokvapaliny prostredníctvom tepelného mostu z vrstevnatej štruktúry magnetických nanočastíc.

V rámci tohto projektu bol vyrobený jednofázový transformátor s nominálnym výkonom 5 kVA. V tomto transformátore boli aplikované pripravené nanokvapaliny vo funkcii chladiaceho a elektro-izolačného média o objeme 12 litrov. Oteplovacie skúšky transformátora odhalili, že vďaka magnetickým nanokvapalinám je možné dosiahnuť menšie oteplenie transformátora. Konkrétne, magnetické nanokvapaliny s obsahom Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> a MnZn feritových nanočastíc s koncentráciou do 1% umožňujú zníženie oteplenia a pracovnej teploty transformátora v priemere o 2°C. Testovanie transformátora s nanokvapalinou s fullerénom C60 prinieslo prekvapujúci výsledok. Priemerné oteplenie transformátora s touto nanokvapalinou bolo o 8 °C menšie ako v prípade oteplenia transformátora s čistým olejom. Pre túto nanokvapalinu v transformátore bolo dokázané prúdenie s najväčšou priemernou rýchlosťou, a to 0,07 litrov za sekundu. Pre magnetickú nanokvapalinu s obsahom Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanočastíc o koncentrácií 0,01% bolo namerané prúdenie s priemernou hodnotou 0,03 litrov za minútu.

### zodpovedný riešiteľ

RNDr. Rajňák Michal, PhD.

### riešiteľská organizácia

Ústav experimentálnej fyziky SAV, v. v. i.

### spoluriešiteľská organizácia

EVPU a.s.

Technická univerzita v Košiciach - Fakulta elektrotechniky a informatiky

### termín riešenia

07/2019 - 06/2023

### finančné prostriedky z APVV

249 496 €

### číslo projektu

APVV-18-0160

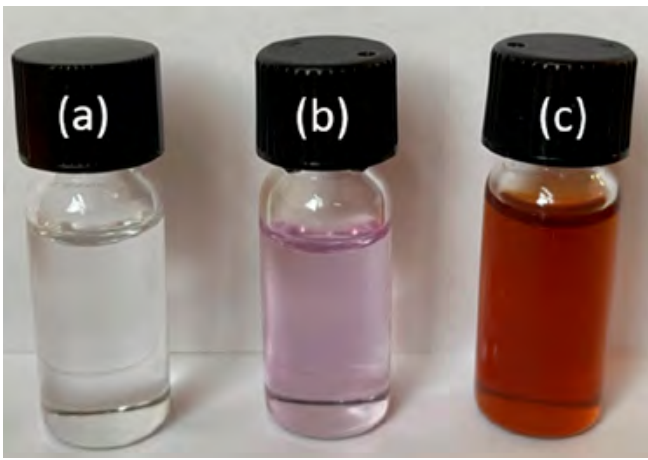
### Prínos pre prax

Hlavným prínosom pre prax je vyvolaný záujem slovenského výrobcu transformátorov BEZ Transformátory a.s. o vyvinuté nanokvapaliny. Vybrané nanokvapaliny skúmané v tomto projekte budú dodané uvedenej firme na testovanie reálnych distribučných transformátorov. Podľa získaných výsledkov bude mať použitie nanokvapalín v transformátoroch pozitívne ekonomické dôsledky. Tie spočívajú najmä v možnosti výroby menších transformátorov (menej materiálu kvôli efektívnejšiemu chladeniu nanokvapalinou) a v predĺžení životnosti transformátorov. Je známe, že zníženie pracovnej teploty transformátora o 8°C spôsobí predĺženie jeho životnosti o polovicu. Pri bežnej životnosti 40 rokov je toto predĺženie významné. Na druhej strane, pri nastupujúcej elektromobilite a očakávaných vysokých a kolísavých zaťaženiach transformátora poskytnú nanokvapalina spoľahlivejšiu prevádzku transformátora.

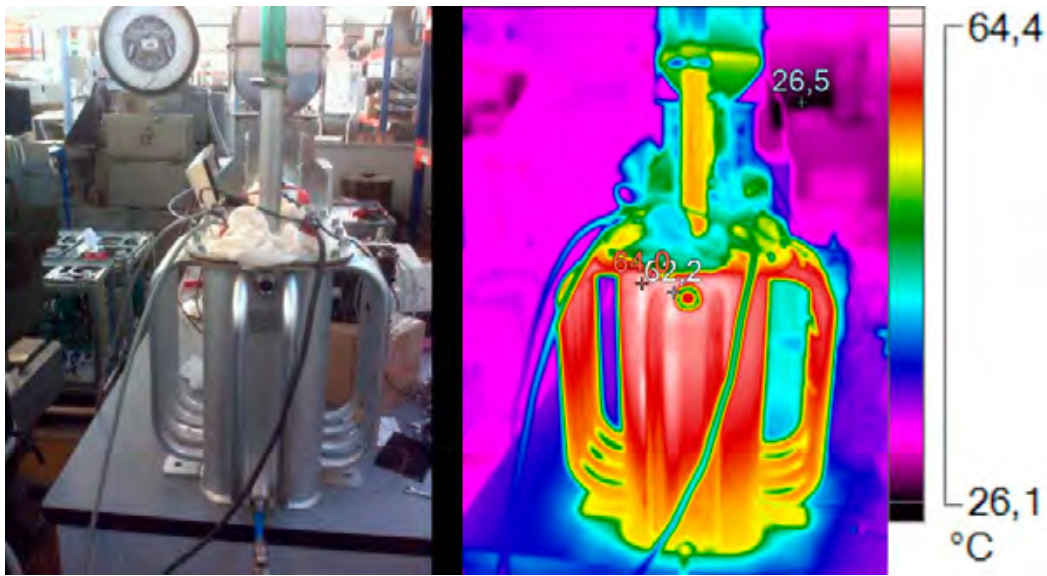
Obr. 1 / Fotografia čistého transformátorového oleja (a), oleja s fullerénom C60 (b) a magnetická nanokvapalina (c)

Obr. 2 / Fotografia modelu testovaného transformátora a teplotná mapa transformátora s nanokvapalinou z infračervenej kamery.

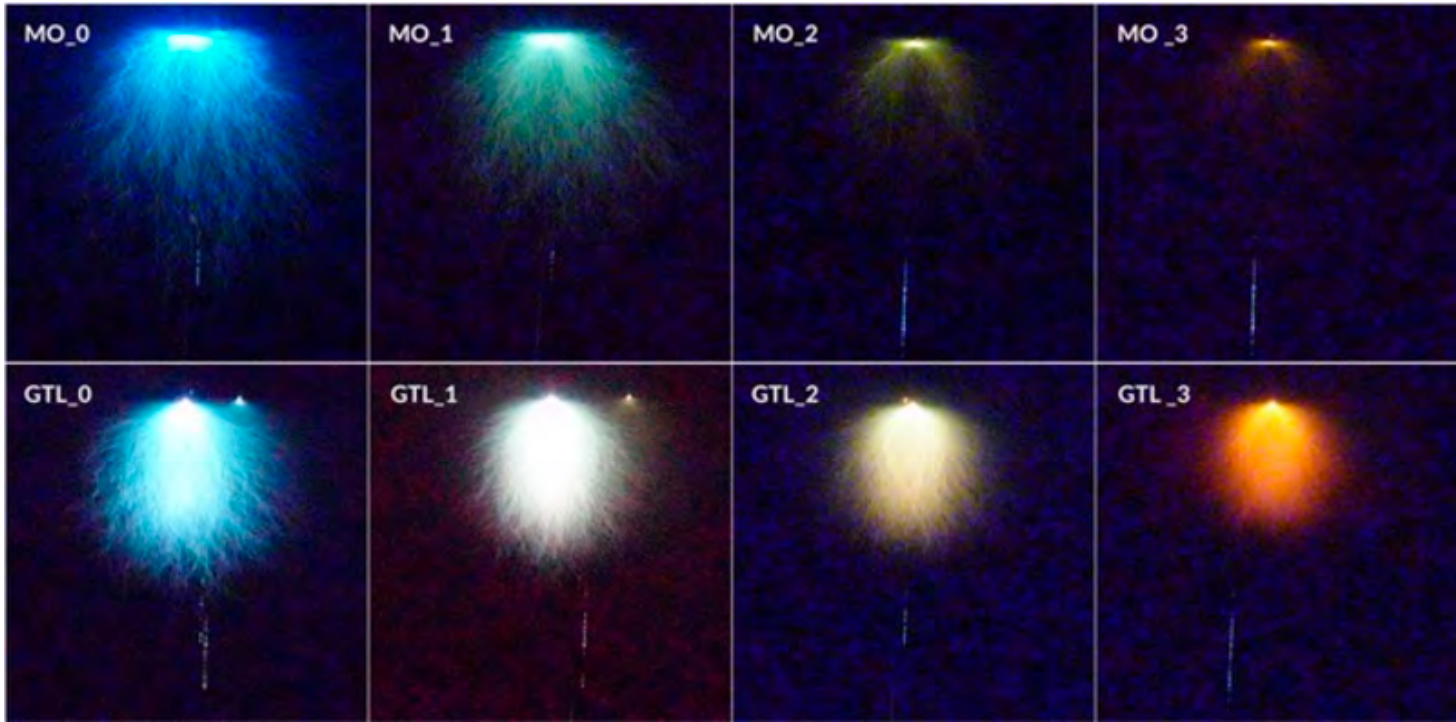
Obr. 3 / Fotografie korónových výbojov v transformátorovom oleji (prvá vľavo). Demonstrácia potláčajúceho vplyvu magnetických nanočastíc na korónu v oleji s rastúcou koncentráciou nanočastíc (zľava doprava).



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Predmet výskumu

Projektový zámer reagoval na dlhodobé prognózy sociálneho vývoja v SR a Európe v priebehu budúcich 20-30 rokov, z ktorého vyplýva, že srdcovo-cievne ochorenia patria medzi civilizačné ochorenia 21. storočia a percento ľudí s týmto ochorením sa bude neustále zvyšovať. Postihnutie kardiovaskulárnym ochorením možno redukovať práve prostredníctvom skoršej diagnostiky, vhodným manažmentom ochorenia, rehabilitáciou a prevenciou. Cieľom projektu preto bolo prispieť k špecifickej prevencii a diagnostike kardiovaskulárných ochorení pomocou multifunkčného biotelemetrického inteligentného odevu. Projekt bol fokusovaný na prípravu a overenie výroby odevov s centralizovaným integrovaným obvodom a vlastnou mobilnou aplikáciou, určeným na snímanie, prenos, zaznamenanie a vyhodnotenie bioelektrického signálu vo forme elektrokardiogramu (EKG), telesnej teploty a monitorovania polohy človeka v reálnom čase.

Ciele projektu

Cieľ č.1: Príprava prototypu multifunkčného inteligentného odevu so zabudovanými textilnými EKG elektródami, uzemňovacou elektródou, senzorom teploty, senzorom pohybu, centralizovaným integrovaným obvodom a vlastnou mobilnou aplikáciou.  
Cieľ č.2: Príprava a overenie výroby 1. série prototypov inteligentného odevu vrátane príslušenstva v podmienkach slovenského realizátora.  
Cieľ č.3: Stanovenie vhodných podmienok údržby a symbolov ošetrovania prototypu inteligentného odevu s cieľom zabezpečenia jeho spoľahlivej funkčnosti po min. 15 cykloch údržby.  
Cieľ č.4: Overenie a vyhodnotenie funkčnosti prototypu inteligentného odevu v praktických podmienkach medicínskeho (sociálneho resp. zdravotníckeho) zariadenia a získanie osvedčenia/doporučenia/certifikátu pre jeho používanie v praxi.

Dosiahnuté výsledky

Technické riešenie projektu bolo ukončené nasledovnými výstupmi:

- 1) 10 ks funkčných prototypov multifunkčného inteligentného bio-telemetrického odevu vyrobených technologickými postupmi v podmienkach modelárskej dielne slovenského realizátora SLOVENKA – Silver s.r.o. Banská Bystrica v konfekčných veľkostiach S a M v rámci prípravy 1. série prototypov inteligentných odevov. Prototyp multifunkčného inteligentného bio-telemetrického odevu s centralizovaným integrovaným obvodom, odnímateľnou centralizovanou riadiaco-komunikačnou jednotkou a vlastnou mobilnou aplikáciou je schopný snímať, prenášať, zaznamenávať a vyhodnocovať bioelektrické signály vo forme elektrokardiogramu (EKG) a telesnej teploty v reálnom čase.
- 2) Technologický predpis „Technológia výroby prototypu bio-telemetrického odevu 2. generácie“, ktorý zahŕňa postup výroby bio-telemetrického odevu, vrátane popisu strihového a konštrukčného riešenia trička, ako aj použitých materiálov.
- 3) Mobilná aplikácia UniversalGraph určená pre operačný systém Windows a ECG APP pre OS Android.
- 4) Návrh úžitkového vzoru 177-2021 Elektrovodivý spoj s magnetickou väzbou (stav: zapísaný úžitkový vzor) a prihláška patentu 84-2021 Elektrovodivý spoj s magnetickou väzbou (stav: v konaní - zverejnená prihláška).
- 5) Výsledky výskumu boli počas riešenia projektu publikované v odborných časopisoch a zborníkoch z odborných konferencií na národnej a medzinárodnej úrovni.

Prínos pre prax

Ide o inovatívne riešenie inteligentného oblečenia, ktoré môže mať široké využitie. Bio-telemetrické oblečenie je určené na monitorovanie životných funkcií a zdravotného stavu jednotlivcov, pričom prioritné aplikácie sú v týchto oblastiach:

**zodpovedný riešiteľ**  
prof. Ing. Janoušek Ladislav, PhD.  
**riešiteľská organizácia**  
Žilinská univerzita v Žiline – Fakulta elektrotechniky a informačných technológií  
**spoluriešiteľská organizácia**  
VÚTCH - CHEMITEX, spol. s r.o.  
**termín riešenia**  
07/2019 – 12/2021  
**finančné prostriedky z APVV**  
250 000 €  
**číslo projektu**  
APVV-18-0167

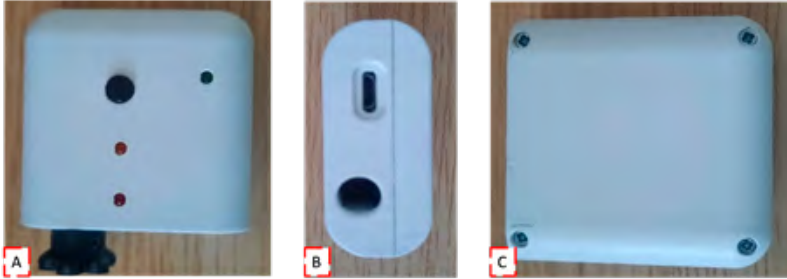
- 1) Zdravotníctvo: monitorovanie pacientov s chronickými ochoreniami bez obmedzenia ich bežných aktivít, prevencia zdravotných problémov u zdravých osôb a monitorovanie životných funkcií starších alebo izolovaných rizikových osôb.
- 2) Šport: nepretržité snímanie a monitorovanie biometrických údajov počas rôznych športových aktivít, sledovanie ukazovateľov fyzickej kondície športovcov a monitorovanie ich výkonu počas tréningu a rehabilitácie.
- 3) Aplikácie pre ochranné odevy v odvetviach s rizikom ohrozenia života, ako sú hasiči, polícia, vojenský personál atď.
- 4) Automobilový priemysel: monitorovanie životných funkcií členov posádky vozidla.



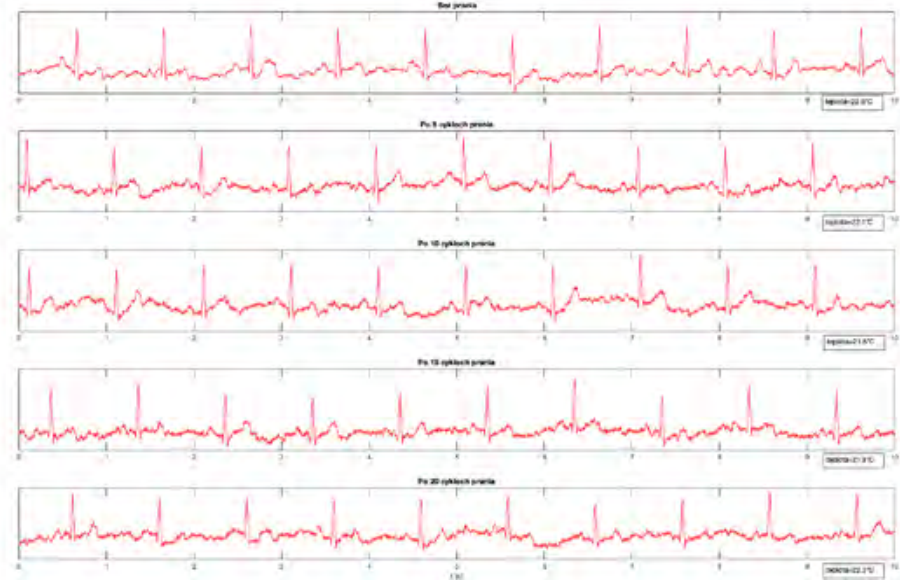
Obr. 1



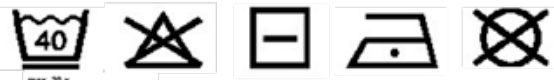
Obr. 3



Obr. 2



Obr. 4



Obr. 5

Obr. 1 / Finálny prototyp bio-telemetrického odevu 2. generácie: konfekčná veľkosť S (A), konfekčná veľkosť M (B)

Obr. 2 / Centrálna riadiaca a komunikačná jednotka, pohľad spredu (A), pohľad z boku (B), pohľad na zadnú stranu (C)

Obr. 3 / Ukážka EKG signálu snímaného pomocou bio-telemetrického odevu a zobrazeného na mobilnej aplikácii ECG APP pre OS Android (A) a UniversalGraph pre OS Windows (B)

Obr. 4 / Kvalita snímaného EKG signálu a teploty po jednotlivých cykloch údržby práním a sušením

Obr. 5 / Odporúčané symboly ošetrovania prototypu bio-telemetrického odevu 2. generácie



# Ochrana originality vlákien, textilných a odevných výrobkov

## Predmet výskumu

Vysoký podiel falzifikátov na trhu a stúpajúci trend priamych ročných strát z porušovania práv duševného vlastníctva majiteľov ochranných známk a legítimných výrobcov tovarov patria medzi dlhodobé medzinárodné problémy krajín na celom svete. Projekt bol zameraný na ochranu vlákni- tých, textilných a odevných výrobkov pred ich falšovaním, zabezpečenie ich autenticity a originality aplikáciou fotolu- miniscenčných farbív a pigmentov (FF/P), ktorých optická excitácia pri detekcii vytvára individuálny spektrálny vzor, ktorý umožňuje jednoznačne preukázateľnú identifikáciu výrobku.

## Ciele projektu

Hlavným cieľom projektu bolo vyriešenie a zavedenie inova- tívnej technológie výroby polypropylénových (PP), polyami- dových (PA) a biodegradovateľných polylaktidových (PLA) vlákien s použitím progresívnych polymérnych disperzií (koncentrátov) s obsahom (0,01 - 0,30) hm.% špeciálneho ochranného fotoluminiscenčného anorganického pigmentu alebo organického farbiva. Overenie ich aplikácie vo vybra- ných sortimentoch textilných a odevných výrobkov. Príprava inovovaných textilných a odevných výrobkov s preukázateľne zabezpečenou ochranou ich originality.

## Dosiahnuté výsledky

Výstupom projektu sú inovatívne technológie z oblasti prog- resívnych polymérnych koncentrátov ochranných fotolu- miniscenčných pigmentov, fotoluminiscenčných vlákien, originálnych a inovovaných textilných a odevných výrobkov: - progresívne PP, PA a PLA koncentráty ochranného foto- luminiscenčného organického a anorganického pigmentu, ktoré môžu byť základnou modifikačnou zložkou v procesoch prípravy fotoluminiscenčných PP, PA a PLA vlákien; - progresívne PP, PE a PLA koncentráty ochranného foto- luminiscenčného organického a anorganického pigmentu, ktoré môžu byť základnou modifikačnou zložkou v proce- soch prípravy fotoluminiscenčných PP, PE a PLA obalových a ochranných fólií;

- originálne fotoluminiscenčné PP a PA vlákna s obsahom 0,01 hm.% a 0,30 hm.% ochranného fotoluminiscenčného pigmentu v hmote vlákien, ktoré sú zdravotne bezpečné, spĺňajú požadované limity regulatívu medzinárodne uzná- vaného systému OEKO-TEX® pre humánnu textilnú ekológiu a neobsahujú potenciálne možné škodlivé látky podľa naria- denia REACH. Môžu byť základnou zložkou systému ochrany originality textilných a odevných výrobkov.
- originálne fotoluminiscenčné PLA vlákna s obsahom 0,01 hm.% a 0,30 hm.% ochranného fotoluminiscenčného pig- mentu v hmote vlákien, ktoré môžu byť základnou ochrannou zložkou systémov ochrany originality ekologicky prijateľných výrobkov pre životné prostredie, ako sú napr. ekologické sieťky určené nielen pre potravinársky priemysel;
- originálne fotoluminiscenčné PP, PE a PLA obalové a ochranné fólie s obsahom do 0,50 hm.% ochranného fotoluminiscenčného pigmentu v hmote fólií, ktoré môžu byť základnou zložkou ochrany originality pre odberateľov obalových a ochranných materiálov;
- originálne textilné, odevné výrobky a doplnky oblečenia s ochrannými prvkami z fotoluminiscenčných PP a PA vlá- kien integrovanými do konštrukcie odevu priamo v procese ich výroby;
- inovované odevné výrobky a doplnky oblečenia pre ktoré je riešenie ochrany originality nevyhnutné a vysoko žiadúce formou dodatočného zabudovania identifikačných ochra- ných prvkov do stávajúcej konštrukcie hotového výrobku;
- originálne ochranné prvky (etikety, názvy, logotypy) s podielom fotoluminiscenčných PP a PA vlákien integro- vaných do konštrukcie prvku v procese jeho výroby.

## Prínos pre prax

Výsledky projektu by mali prispieť k zvyšovaniu úrovne ochrany spotrebiteľov a k znižovaniu miery porušovania práv duševného vlastníctva výrobcov a majiteľov ochra- ných známk v SR a v zahraničí. Zapracovaním ochra- ných prvkov priamo do konštrukcie textilných a odevných výrobkov sa zabráni zneužívaniu týchto výrobkov mimo legálnych vlastníkov, resp. poskytovateľov, čím sa zabezpečí

### zodpovedný riešiteľ

Ing. Balogová Ľudmila

### riešiteľská organizácia

VÚTCH - CHEMITEX, spol. s r.o.

### spoluriešiteľská organizácia

Výskumný ústav chemických vlákien, a.s.

### termín riešenia

07/2019 – 12/2021

### finančné prostriedky z APVV

250 000 €

### číslo projektu

APVV-18-0187

požadovaná úroveň autenticity chránených výrobkov patria- cich výlučne do vlastníctva napr. príslušného rezortu štátu, majiteľov značkového tovaru a pod. Výsledky projektu majú široké uplatnenie nielen v oblasti vláknareského, textilného a odevného priemyslu, ale ich aplikáciu je možné rozšíriť aj do oblasti fólií na ochranu tovaru, ktorý nie je možné priamo označiť značkou originality.

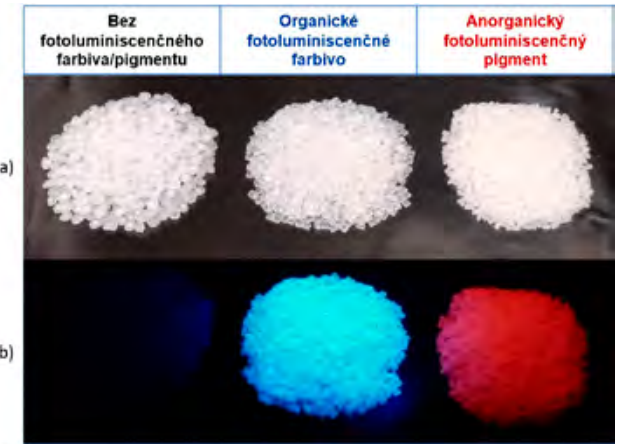
Obr. 1 / Optický prejav fotoexcitácie PP koncentrá- tov s obsahom ochranného FF/P: a) vo viditeľnom spektre slnečného žiarenia; b) a c) pod špeciálnym UV svetlom.

Obr. 2 / Optický prejav fotoexcitácie ochranného FF/P na námotkoch PP a PA vlákien pod špeciál- nym UV svetlom.

Obr. 3 / Optický prejav fotoexcitácie FF/P v PP a PA vláknach použitých v tkaných etiketách: a) vo viditeľnom spektre slnečného žiarenia; b) až e) pod špeciálnym UV svetlom.

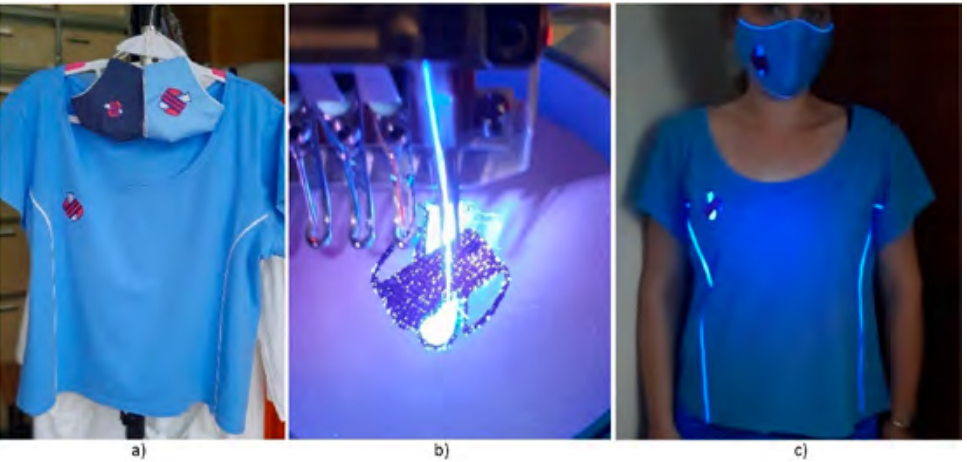
Obr. 4 / Optický prejav fotoexcitácie ochranného FF/P vo vláknach použitých v ochranných prv- koch – vyšívanom logotype a výpusťkách na tričku a tvárovom rúšku a) vo viditeľnom spektre slneč- ného žiarenia; b) a c) pod špeciálnym UV svetlom.

Obr. 5 / Optický prejav fotoexcitácie FF/P vo vlá- knach použitých v ochranných prvkoch – logoty- poch a ponožkách (v každom páre ponožka vľavo) a) vo viditeľnom spektre slnečného žiarenia; b) pod špeciálnym UV svetlom.



Obr. 1

| Bez fotoluminiscenčného farbiva/pigmentu                 | Organické fotoluminiscenčné farbivo (c = 0,10 % hm.)         |                                                              | Anorganický fotoluminiscenčný pigment (c = 0,30 % hm.)       |                                                              |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| PA                                                       | PP                                                           | PA                                                           | PP                                                           | PA                                                           |
| APVV-18-0187 SAFEVLATEX<br>Materiálové zloženie: 100% PA | APVV-18-0187 SAFEVLATEX<br>Materiálové zloženie: 100% PP FLV | APVV-18-0187 SAFEVLATEX<br>Materiálové zloženie: 100% PA FLV | APVV-18-0187 SAFEVLATEX<br>Materiálové zloženie: 100% PP FLV | APVV-18-0187 SAFEVLATEX<br>Materiálové zloženie: 100% PA FLV |
| a)                                                       | b)                                                           | c)                                                           | d)                                                           | e)                                                           |



Obr. 3

| Vlákno                                              | PP | PA |
|-----------------------------------------------------|----|----|
| Bez fotoluminiscenčného farbiva/pigmentu            |    |    |
| Organické fotoluminiscenčné farbivo (c=0,10 % hm)   |    |    |
| Anorganický fotoluminiscenčný pigment (c=0,30 % hm) |    |    |

Obr. 2



Obr. 5



# Chemoenzymatická syntéza látok s farmaceutickýmpotenciálom: optimalizácia procesov produkcie fenyletanoidných glykozidov

## Predmet výskumu

Tyrozol a hydroxytyrozol sú prírodné fenyletanoidné anti-oxidanty, nachádzajúce sa vo voľnej alebo viazanej forme v olivách a výrobkoch z nich, v niektorých liečivých rastlinách, odpadných vodách z poľnohospodárskej výroby a podobne.  $\beta$ -Glukopyranozid tyrozolu, salidrozyd, sa vyznačuje antioxidačnými, protirakovinovými, antivirálnymi, protizápalovými, antidiabetickými, neuroprotektívnymi, kardioprotektívnymi a hepatoprotektívnymi účinkami. Na rozdiel od syntézy salidrozidu bola príprava iných glykozidov tyrozolu študovaná veľmi málo. Pritom zámena cukorného fragmentu vo fenyletanoidných zlúčeninách môže poskytnúť rad nových potenciálnych liečiv so zlepšenými alebo dokonca zmenenými aktivitami, keďže štruktúra prítomného sacharidu môže výrazne modulovať farmakologické a farmakokinetické vlastnosti prírodných látok na molekulárnej, bunkovej alebo tkanivovej úrovni. Testovanie aktivity takýchto nových glykovariantov však vyžaduje efektívnu metódu ich prípravy v množstvách potrebných tak pre farmakologické štúdie ako aj pre ďalšiu modifikáciu. Projekt sa preto zaoberal enzýmovou prípravou analógov prírodnej farmakoaktívnej zlúčeniny salidrozidu, a to konkrétne  $\beta$ -fruktofuranozidov a  $\beta$ -galaktopyranozidov tyrozolu a hydroxytyrozolu.

## Ciele projektu

Hlavným cieľom projektu bola efektívna príprava  $\beta$ -fruktofuranozidov a  $\beta$ -galaktopyranozidov tyrozolu a hydroxytyrozolu. Súčasťou tohto cieľa bola selekcia vhodných enzýmov po otestovaní ich transglykozylačnej aktivity a chemoselektivity, následná imobilizácia vyselektovaných enzýmov, charakterizácia vzniknutých biokatalyzátorov a optimalizácia reakčných podmienok. Ďalším cieľom bol vývoj postupov pre izoláciu produktov a regeneráciu použitých aglykónov, čo bolo predovšetkým dôležité z hľadiska ceny hydroxytyrozolu. Naplnenie tohto cieľa zahŕňalo výber adsorbentov a adsorpčných podmienok na základe kapacity a selektivity, výber desorbentov a desorpčných podmienok, stanovenie rovnovážnych jedno- a viaczožkových izoterm produktov

a substrátov, výber sekvencie purifikačných krokov a optimalizácie kolónovej purifikácie s dôrazom na čistotu a výťažok produktov a vysoký stupeň recyklácie fenolických substrátov. Posledným cieľom bola optimalizácia operačnej stability biokatalyzátorov a procesov produkcie glykozidov v laboratórnych bioreaktoroch, pričom sa študoval vplyv podmienok reakcie na procesovú stabilitu biokatalyzátorov, optimálny výťažok a produktivita náplňových prietokových bioreaktorov s imobilizovanými enzýmami a dlhodobá stabilita biokatalyzátora v prietokovom bioreaktore.

## Dosiahnuté výsledky

Boli optimalizované reakčné podmienky prípravy cieľových glykozidov snahe dosiahnuť maximálne výťažky. Najúčinnější spomedzi testovaných glykozidáz,  $\beta$ -galaktozidáza (laktáza) z *Aspergillus oryzae* a  $\beta$ -fruktofuranozidáza (invertáza) zo *Saccharomyces cerevisiae* boli imobilizované na nosiče s rôznou chemickou povahou a princípom imobilizácie pričom sa najlepšie osvedčili nosiče typu Epoxy. Pripravené biokatalyzátory s optimalizovanou operačnou stabilitou boli testované v opakovanej príprave cieľových glykozidov.

Boli identifikované a optimalizované parametre prietokového reaktora na prípravu tyrozol fruktozidu.

Boli vypracované chromatografické techniky separácie a purifikácie produktov glykozylácie a regenerácie tyrozolu z reakčnej zmesi pričom ako najúčinnější sa ukázala frontálna chromatografia na nosiči Macronet MN270 s dvojstupňovou desorpciou pri rôznych koncentráciách etanolu. Tiež boli vypracované metódy enzýmovej prípravy niektorých diglykozidov tyrozolu ( $\beta$ -rutinozid,  $\beta$ -akuminozid,  $\beta$ -robinobiozid).

Všetky pripravené glykozidy boli postúpené pre testovanie ich biologických účinkov, predovšetkým chemoprotektívnych vlastností. Ako veľmi sľubný sa ukázal fruktofuranozid hydroxytyrozolu, s účinnosťou ochrany proti oxidačnému poškodeniu DNA na úrovni hydroxytyrozolu pri niekoľkonásobne nižšej toxicite.

## zodpovedný riešiteľ

Ing. Mastihuba Vladimír, PhD.

## riešiteľská organizácia

Chemický ústav SAV, v. v. i.

## spoluriešiteľská organizácia

Slovenská technická univerzita v Bratislave

- Fakulta chemickej a potravinárskej technológie

## termín riešenia

07/2019 – 06/2023

## finančné prostriedky z APVV

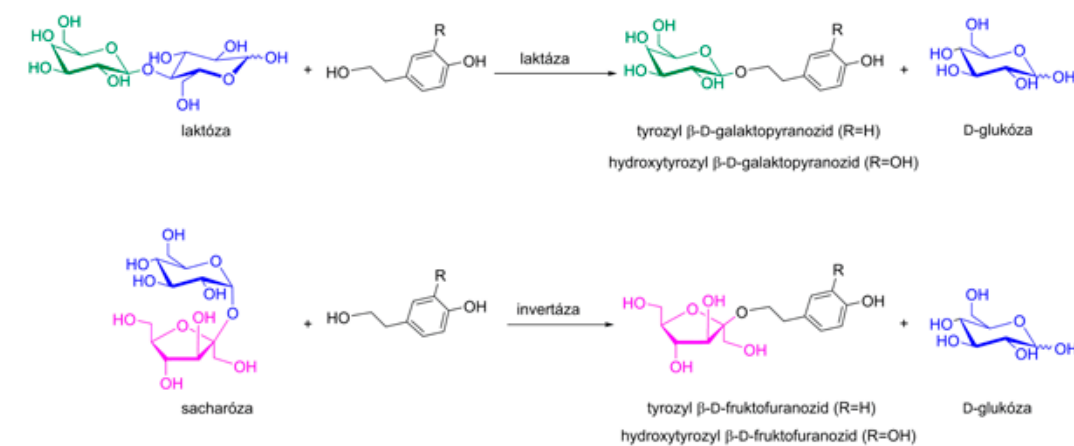
249 980 €

## číslo projektu

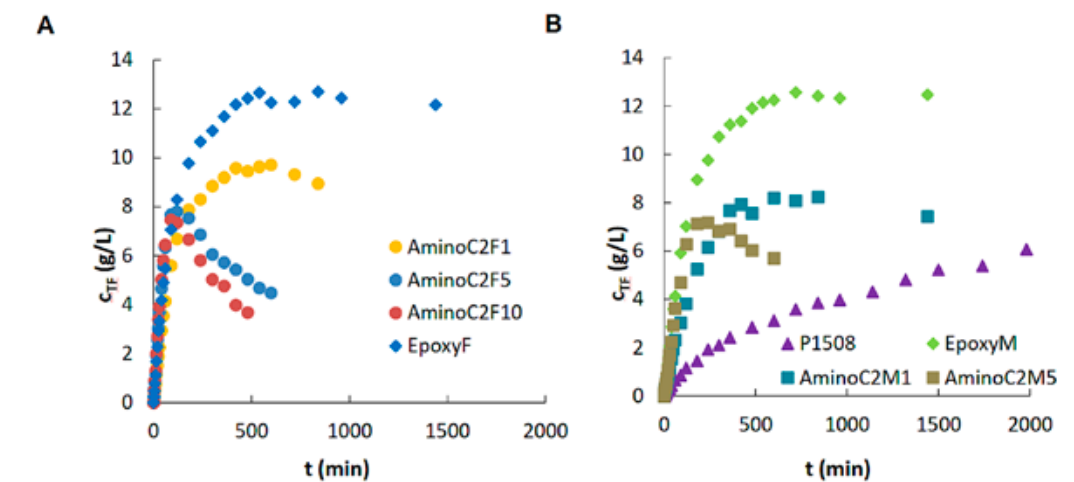
APVV-18-0188

## Prínos pre prax

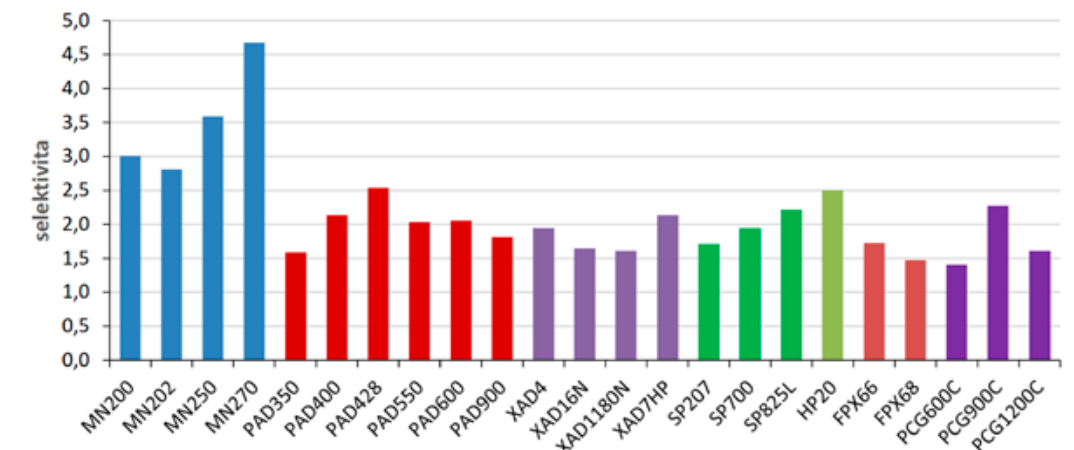
Vypracované postupy umožňujú prípravu kilogramových množstiev cieľových glykozidov tyrozolu a hydroxytyrozolu. Poskytnutím produktov na biologické testy sa prehľadili znalosti biologických účinkov fenyletanoidných glykozidov.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

Obr. 1 / Princíp syntézy cieľových glykozidov

Obr. 2 / Produkcia tyrozyl  $\beta$ -D-fruktofuranozidu zo sacharózy a tyrozolu s imobilizovanými biokatalyzátormi. A -biokatalyzátory s veľkosťou častíc 150 – 300  $\mu$ m, B - biokatalyzátory s veľkosťou častíc 300 - 1200  $\mu$ m.

Reakčné podmienky: 2 M sacharóza, 300 mM tyrozol, 55°C, 0,1 M acetátový tlmičový roztok s pH 6, 50 mg vlhkého biokatalyzátora. Nosiče použité na imobilizáciu: Lifetech ECR8309F (Amino C2F), Lifetech ECR8309M (Amino C2M), Lifetech ECR8209F (EpoxyF), Lifetech ECR8209M (EpoxyM), a Lifetech ECR1508 (P1508).

Obr. 3 / Selektivita separácie tyrozolu a tyrozyl  $\beta$ -D-fruktofuranozidu na jednotlivých hydrofóbných adsorbentoch

## Regenerácia iónových kvapalín používaných v separačných procesoch

### Predmet výskumu

Projekt je súčasťou systematickej štúdie zameranej na modelovanie separácie azeotropických zmesí prostredníctvom extrakcie alebo extrakčnej destilácie v prítomnosti nového zeleného rozpúšťadla - iónovej kvapaliny (IK). Použitie iónových kvapalín na separáciu azeotropických zmesí a zmesí zložiek s blízkymi bodmi varu sa javí veľmi sľubné. V prípade extrakčných procesoch, napr. pri separácii alkánov a arómatov, vďaka relatívne vysokej selektivitě iónových kvapalín voči arómatom je možné použiť iónové kvapaliny aj pre delenie zmesí s obsahom arómatov nižším ako 20 %. Pri extrakčnej destilácii je využívaný fakt, že prítomnosť iónovej kvapaliny výrazne mení relatívnu prchavosť pôvodnej zmesi, t.j. menia sa podmienky separácie zložiek zmesi. Náhrada klasických prchavých rozpúšťadiel neprchavými iónovými kvapalinami by malo poskytnúť výhody, akými sú menej komplikovaný výrobný proces a omnoho jednoduchšia regenerácia rozpúšťadla.

Regenerácia rozpúšťadla je jedným z energeticky najnáročnejších krokov v separačnej technológii. Požiadavka vyššej čistoty iónovej kvapaliny je spojená so zvýšenou spotrebou energie v procese regenerácie IK, preto zníženie nákladov spojených s čistením extrakčného rozpúšťadla bolo ťažiskom výskumu zameraného na vývoj nových regeneračných postupov.

### Ciele projektu

Rôzne postupy regenerácie iónových kvapalín boli simulované (regenerácia IK jednoduchou destiláciou; jednoduchou destiláciou a stripovaním s N<sub>2</sub>; regenerácia IK jednoduchou destiláciou a stripovaním s horúcim N<sub>2</sub>; alebo so super kritickým CO<sub>2</sub>), ale experimentálne tieto postupy neboli overené. Naším cieľom bolo

- zrealizovať regeneráciu iónových kvapalín v laboratórnych podmienkach vo filmovej vákuovej odparke,
- otestovať vplyv rôznych podmienok na deliaci účinok procesu regenerácie iónovej kvapaliny,
- výsledky experimentov zapracovať do simulácie kompletného separačného procesu,

- vyhodnotiť energetickú náročnosť separačného procesu v ktorom je používaná iónová kvapalina a výsledky porovnať s procesmi v ktorých sa používajú klasické organické rozpúšťadla.

### Dosiahnuté výsledky

V rámci projektu bola pozornosť venovaná výberu iónových kvapalín (IK) vhodných pre separáciu azeotropických zmesí extrakčnou destiláciou a extrakciou. Pre tento účel boli robené rozsiahle literárne rešerše, ktorých cieľom bolo získať informácie o fyzikálnych vlastnostiach iónových kvapalín a ich zmesí, fázových rovnováhach dvoj a trojzložkových systémov obsahujúcich iónovú kvapalinu, ako aj informácie o separačných a regeneračných zariadeniach. Ako je známe, informácie o fyzikálnych vlastnostiach iónových kvapalín, aj keď sú nevyhnutné pri návrhových výpočtoch zariadení, sú v prípade mnohých IK zriedkavé. Taktiež publikované údaje, sumarizované v IL Thermo database, sa výrazne líšia. Preto v rokoch 2018 až 2023 sme namerali a prezentovali fyzikálne vlastnosti (hustoty a viskozity) veľkej skupiny imidazóliových a pyridíniových iónových kvapalín a ich dvojzložkových zmesí s vodou, alebo etanolom. Zároveň, pre uvedené dvojzložkové zmesi sme namerali a publikovali varné krivky týchto systémov pri atmosférickom tlaku v širokom koncentračnom rozsahu.

Pre regeneráciu iónových kvapalín z ich zmesí s vodou sme experimentálne testovali laboratórnu filmovú odparku MO 15 (Agrokombinát Lehnice, Slovensko). Uvedená filmová odparka bola použitá pre skupinu imidazóliových iónových kvapalín. V prípade všetkých testovaných iónových kvapalín bola už pri tlaku 5 kPa a teplote okolo 150 °C dosiahnutá čistota IK 95 mol %. Znížením tlaku a zvýšením teploty sme dosiahli čistotu niektorých IK až 98 mol % (čo zodpovedá obsahu vody cca 0.1 hm %).

Výsledky experimentov boli zapracované do simulácie kompletného separačného procesu, týkajúceho sa separácie azeotropických systémov alkohol-voda a alkán-arómat.

### zodpovedný riešiteľ

doc. Ing. Graczová Elena, PhD.

### riešiteľská organizácia

Slovenská technická univerzita v Bratislave  
- Fakulta chemickej a potravinárskej technológie

### termín riešenia

07/2019 – 06/2023

### finančné prostriedky z APVV

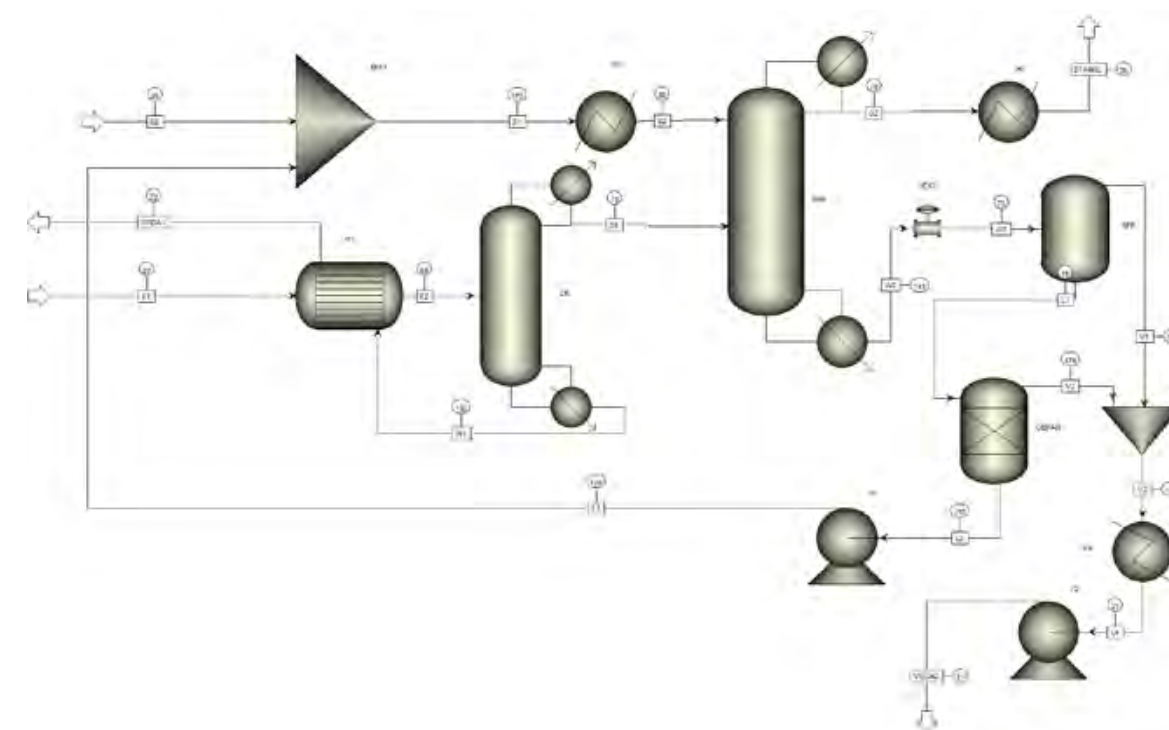
62 283 €

### číslo projektu

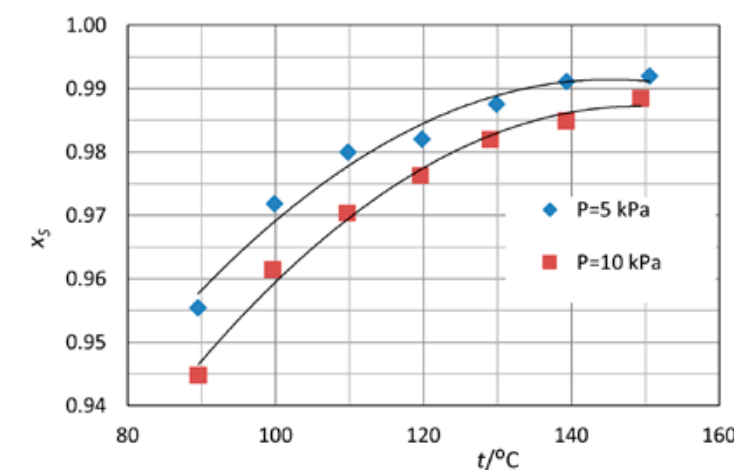
APVV-18-0232

### Prínos pre prax

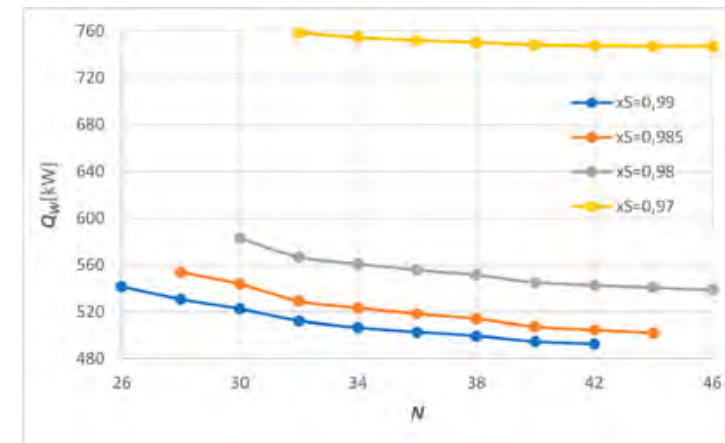
Skúmaný bol potenciál iónových kvapalín pre separáciu azeotropických zmesí (etanol-voda, 2-propanol alebo terc-butanol-voda, metylcyklohexán-toluén, metylacetát-metanol, acetón-metanol,...), pričom dôraz bol kladený na regeneráciu IK a energetickú náročnosť celého separačného procesu. Vyriešený bol rad problémov týkajúcich sa fyzikálnych vlastností IK a fázovej rovnováhy systémov obsahujúcich IK. Otestované bolo regeneračné zariadenie pre regeneráciu IK z ich vodných roztokov, preskúmané boli reálne podmienky práce regeneračnej jednotky pri znížených tlakoch.



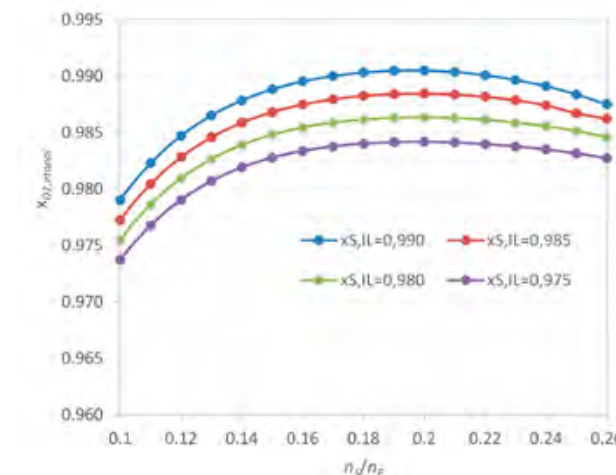
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 4



Obr. 3



# Automatizácia kontroly elektronickej dokumentácie stavieb s využitím inovatívnych technológií zberu údajov a virtuálnych modelov

## Predmet výskumu

Informačné technológie čoraz intenzívnejšie vstupujú do procesu životného cyklu stavby od projektovania cez realizáciu až po užívanie a prevádzku stavieb. Informačné modelovanie stavieb (BIM - z angl. Building Information Modeling) umožňuje využívanie virtuálneho modelu stavby, čo prináša možnosť automatizácie a efektívneho riadenia. V súčasnosti je možné v aplikačnej praxi využívať BIM na interaktívnu kontrolu diela stavebníkom ako aj ostatnými účastníkmi výstavby. Takáto aplikácia je časovo aj personálne náročnou úlohou, preto je potrebné proces kontroly v čo najväčšej miere automatizovať. Automatizácia procesu kontroly (výsledkom je informácia o úplnosti, skutočnej polohe a tvare stavebného diela, resp. jeho častí, ako aj informácia o kvalite vyhotoveného diela) vyžaduje zber priestorových údajov s vysokou mierou detailnosti. Na tento účel sú vhodné rôzne inovatívne technológie zberu priestorových údajov, ako napr. terestrické laserové skenovanie (TLS), či fotogrametria (360° sférické snímkovanie), umožňujúce efektívny zber údajov ako aj čiastočnú automatizáciu tvorby a kontroly virtuálneho modelu stavby. Predmetom projektu bol vývoj algoritmov na automatizáciu tvorby modelov (spracovania údajov) použitím vhodných matematických algoritmov, čo výrazne skráti čas, zníži chybovosť a potrebu ľudských zdrojov a prispieje k efektívnemu vynaloženiu finančných prostriedkov nielen na tvorbu dokumentácie ale aj na geometrickú kontrolu skutočného vyhotovenia stavieb.

## Ciele projektu

Cieľom projektu bolo vypracovať metodiku kontroly skutočného vyhotovenia stavieb v prostredí BIM. Rozšíriť funkcionality BIM o nástroje na automatizovanú kontrolu kvality realizovaného diela, na báze automatizovanej tvorby 3D modelov z údajov získaných TLS (prip. konvergentným snímkaním blízko fotogrametriou).

## Dosiahnuté výsledky

Počas riešenia projektu boli formulované požiadavky a vytvorené nástroje na automatizovaný zber (meranie) údajov využitím TLS, reflektujúce konštrukčné usporiadanie a vyžadovanú kvalitu stavebného diela. Boli vyvinuté algoritmy na segmentáciu mračien bodov, ktoré reprezentujú skutočne vyhotovené konštrukcie hrubej stavby a umožňujú tvorbu 3D modelov konštrukčných prvkov stavebného diela. Rovnako bola navrhnutá technologická schéma automatizovaného porovnania projektovaného BIM modelu s modelom získaným TLS a tvorby rozdielových modelov, vyjadrujúcich kvalitu vyhotoveného diela (absolútna a relatívna presnosť konštrukčných prvkov).

Na verifikáciu postupov navrhnutých v projekte bola počas riešenia projektu realizovaná prípadová štúdia, ktorá aplikovala všetky poznatky a aktuálne výsledky riešenia projektu.

## Prínos pre prax

Počas riešenia projektu bol vypracovaný a na prípadových štúdiách overený technologický postup na verifikáciu vyhotovenia hrubej stavby. Základom pre verifikáciu skutočného vyhotovenia je mračno bodov vytvorené TLS alebo fotogrametriou. Z mračna bodov sú vytvorené regresné 3D modely, ktoré sú porovnané s BIM modelom. Odchýlky sú vyjadrené, okrem tabuliek odchýlok, aj vo forme rozdielových modelov pomocou hypsometrie. Rozdielové modely vyjadrujú relatívnu presnosť vyhotovenia diela (napr. rovinnosť steny, kruhovosť a rovnosť stĺpa a pod.) ako aj jeho absolútnu presnosť (poloha a orientácia voči BIM modelu, poloha a rozmer stavebného otvoru a pod.). Navrhnutý technologický postup výrazne skráti čas potrebný na kontrolu geometrických parametrov stavebných konštrukcií ako aj zefektívni celý proces, pretože kontrolované miesta nie sú vyberané náhodne, ale je kontrolovaný celý povrch vybranej konštrukcie.

Výsledky riešenie spolu s výsledkami prípadových štúdií boli publikované v časopisoch ako aj na konferenciách. Počas riešenia projektu celkovo 53 publikácií z čoho 5 bolo publikovaných v karentovaných časopisoch (úroveň Q1 alebo Q2).

## zodpovedný riešiteľ

prof. Ing. Kopáček Alojz, PhD.

## riešiteľská organizácia

Slovenská technická univerzita v Bratislave

– Stavebná fakulta

## termín riešenia

07/2019 – 06/2023

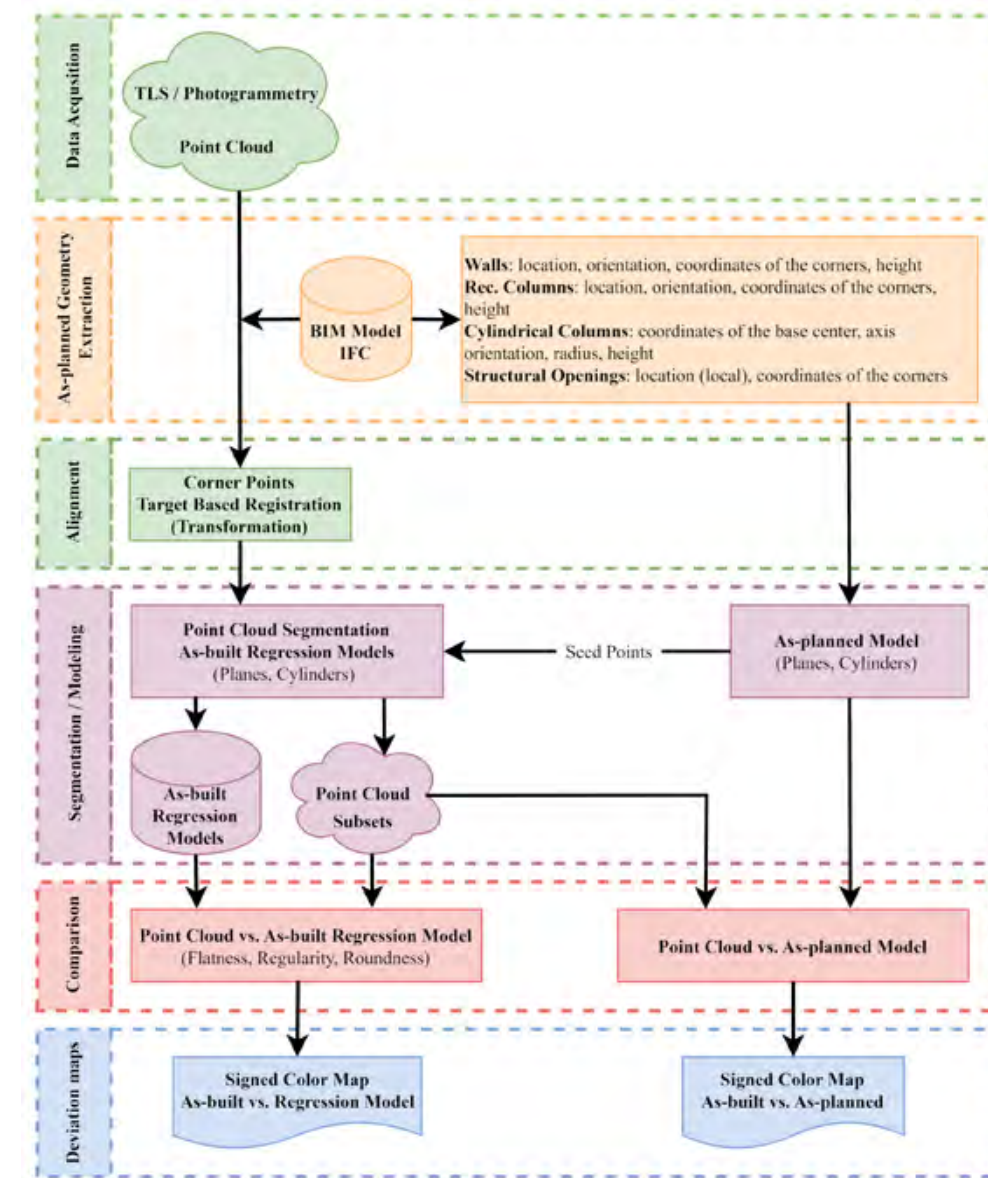
## finančné prostriedky z APVV

248 761 €

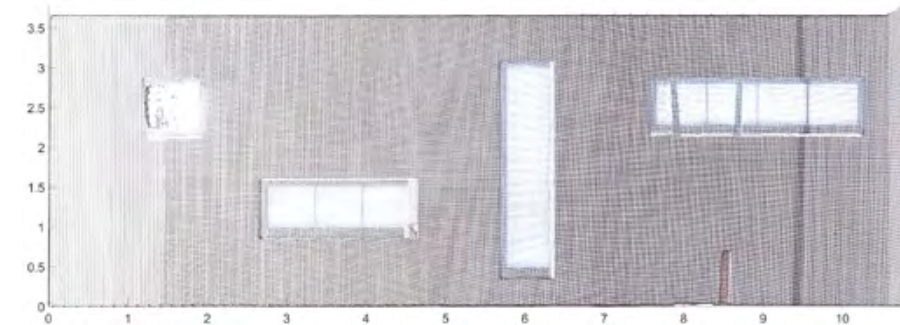
## číslo projektu

APVV-18-0247

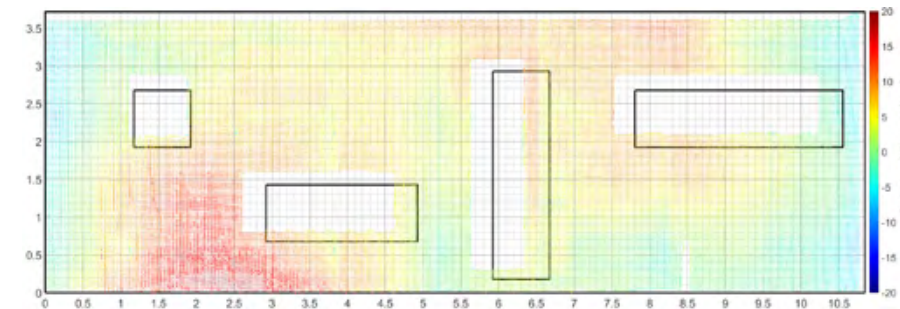
Výsledky realizácie projektu môžu byť využité odbornou verejnosťou, zároveň slúžia ako vzdelávacia a expertízna báza pre študentov, doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov na študijných programoch Geodézia a kartografia, Technológia a manažérstvo stavieb a Matematicko-počítačové modelovanie.



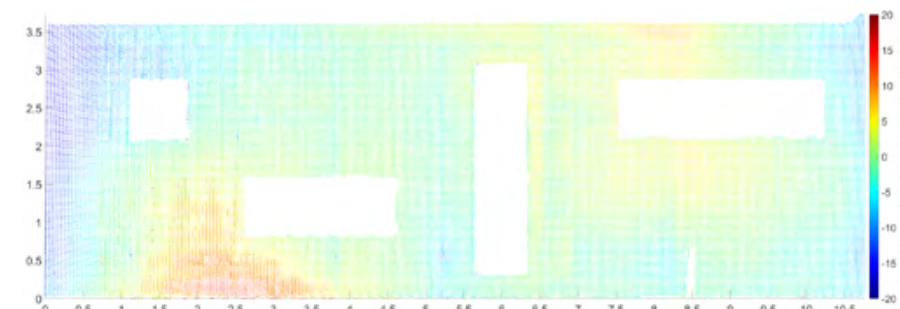
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

Obr. 1 / Vývojový diagram technologického postupu na verifikáciu vyhotovenia hrubej stavby

Obr. 2 / Výsledky merania – laserového skenovania

Obr. 3 / Porovnanie segmentovaného mračna bodov s BIM modelom

Obr. 4 / Porovnanie regresného modelu a segmentovaného mračna bodov – kontrola rovinnosti steny



Predmet výskumu

Projekt bol zameraný na transformáciu a posilnenie priemyslu SR s využitím inovatívnych dopravných a senzorických technológií v rámci platformy Priemysel 4.0. Základnou víziou projektu bolo vytvorenie nového pracoviska komplexnej diagnostiky pásovej dopravy s experimentálnou linkou inteligentného dopravníka vybaveného monitorovaním pomocou čítania vnorených magnetických značiek na báze magnetických mikrodŕotov do dopravníkových pásov za účelom optimalizácie a zvýšenia prevádzkovej životnosti tejto vysokovýkonnej kontinuálnej dopravnej technológie. Prepojenie senzorických a informačných technológií s užívateľom, ale aj navzájom, s implementáciou konceptu Smart Industry, vedie zase k dosiahnutiu vyššej výkonnosti a bezpečnosti. Predmetom výskumu bolo tiež zvýšenie kvality uzatvoreného pásového dopravníka z hľadiska fyzikálno-mechanických a špeciálnych vlastností a vplyv použitia impaktných tyčí, ako inovovaného podperného systému pre elimináciu deformácií a poškodenia dopravníkového pásu. Pridanou hodnotou projektu bola okrem analýz možností zvýšenia kvality pracovného a životného prostredia tiež analýza dopadu pandemických opatrení na dopravníkové pásy.

Ciele projektu

Hlavným cieľom projektu bolo získanie poznatkov v oblasti diagnostiky uzatvárateľných pásových dopravníkov najmä v spojení so zabudovanými magnetickými značkami a snímačmi. Čiastkovým cieľom projektu bolo vytvorenie modernizovanej verzie elektroniky pre systém komplexnej diagnostiky pásových dopravníkov. Ďalším čiastkovým cieľom projektu bolo získanie originálnych výstupov z rázového namáhania netradičných uzatvorených hyperelastických dopravníkových pásov v interakcii s novými netradičnými podpernými systémami pri zohľadnení kvality spojov, ako aj testovanie ich fyzikálno-mechanických a špeciálnych

vlastností. Na základe získaných výsledkov z testovania bolo ďalším čiastkovým cieľom vytvoriť databázu pre informačný systém posúdenia kvality uzatvorených pásových dopravníkov.

Dosiahnuté výsledky

Vytvorená bola modernizovaná verzia elektroniky pre systém komplexnej diagnostiky pásových dopravníkov doplnená o detekciu mechanického poškodenia dopravníkového pásu s využitím magnetických mikrodŕotov. Získané boli aj originálne výstupy z rázového namáhania dopravníkových pásov v interakcii s novými netradičnými podpernými systémami. Zároveň boli testované a analyzované fyzikálno-mechanické vlastnosti jednotlivých komponentov, pričom výsledky boli konfrontované s výpočtovými a simulačnými modelmi a následne boli implementované do databázy pre znalostný informačný systém posúdenia kvality pásových dopravníkov.

Prínos pre prax

Výsledky získané systémom diagnostiky dopravníkových pásov je možné využiť na zefektívnenie plánovania údržby. Okrem mechanického poškodenia je vďaka magnetickým značkám možné snímať aj rýchlosť pohybu pásu a následne vyhodnotiť aj potenciálne problémy s pohonnými alebo riadiacimi systémami pásového dopravníka. Ďalšou výhodou je možnosť označovania jednotlivých segmentov, vďaka čomu je možné identifikovať poškodený segment, či dopravníkový pás zastaviť presne v mieste vyhradenom pre údržbu. Takýmto spôsobom s využitím postupov prediktívnej údržby je možné značne znížiť náklady na prevádzku a údržbu pásových dopravníkov. Vďaka laboratórnemu modelu experimentálneho dopravníka s uzatvoreným pásom, ktorý sa vyznačuje vysokou mierou

**zodpovedný riešiteľ**  
 doc. Ing. Semrád Karol, PhD.  
**riešiteľská organizácia**  
 Technická univerzita v Košiciach – Letecká fakulta  
**spoluriešiteľská organizácia**  
 Technická univerzita v Košiciach – Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií  
 Technická univerzita v Košiciach – Strojnícka fakulta  
**termín riešenia**  
 07/2019 – 06/2023  
**finančné prostriedky z APVV**  
 249 832 €  
**číslo projektu**  
 APVV-18-0248

modularity a modifikovateľnosti jednotlivých častí, je možné testovať nielen rôzne systémy údržby či diagnostiky, ale aj rôzne typy konštrukčných prvkov dopravníkových pre potreby laboratórneho testovania ich mechanických vlastností pre získanie vstupných údajov pre tvorbu a verifikáciu matematických modelov napäťovo-deformačných stavov, dokonca aj s implementovanými magnetickými značkami vo forme mikrodŕotov, ktoré slúžia ako citlivostné prvky magnetických senzorov. Výstupy vytvoreného informačného znalostného systému na platforme Visual Basic s podporou Windows, poskytujú relevantné dáta pre rozhodovanie manažérov výroby, predaja a údržby inteligentných potrubných pásových dopravníkov v rôznych priemyselných odvetviach. Transfer vyvíjaných technológií do praxe je zabezpečovaný prostredníctvom firmy Edis vvd, Košice, ktorá je zmluvným odberateľom výsledkov výskumu a vývoja dosiahnutých počas riešenia tohto projektu.

Obr. 1 / Experimentálny pásový dopravník a jeho model

Obr. 2 / Numericko-experimentálna analýza magnetického mikrodŕotu

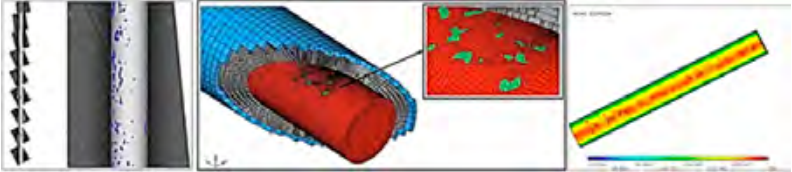
Obr. 3 / Analýza napäťovo-deformačných stavov impaktných tyčí pri rázovom namáhaní

Obr. 4 / Bloková schéma meracieho reťazca v magnetometri VEMA používaného v systéme komplexnej diagnostiky pásového dopravníka

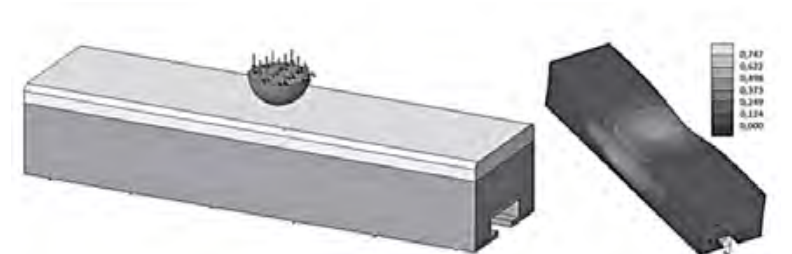
Obr. 5 / Ukážka znalostného systému servisnej kvality pásových dopravníkov



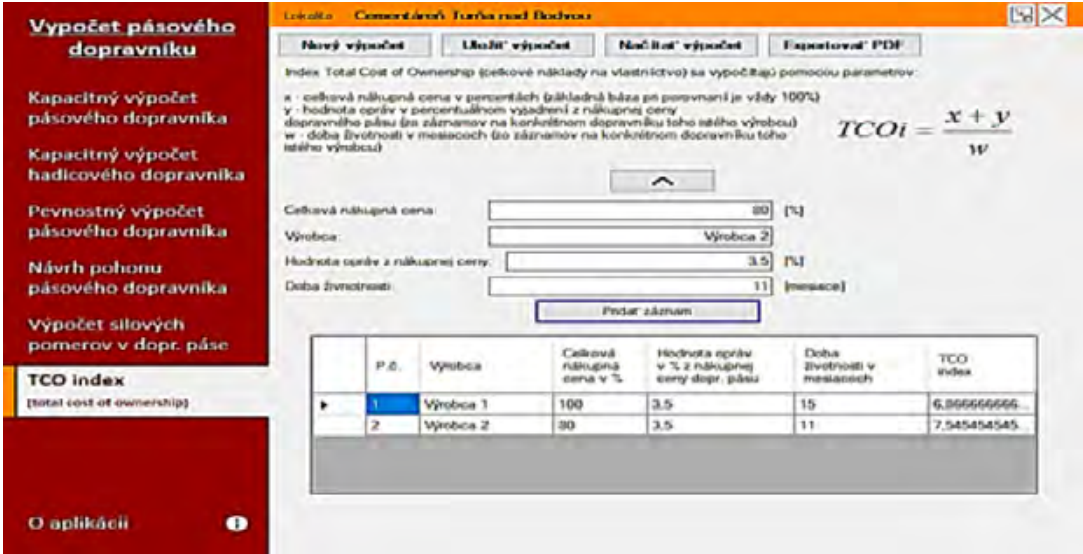
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 5



## Chalkogenidy ako perspektívne ekologicky a ekonomicky prijateľné nanomateriály pre energetiku a medicínu

### Predmet výskumu

Projekt sa bude zaoberať syntézou, charakterizáciou a využitím vyspelých chalkogenidových materiálov pre aplikácie v energetike a medicíne. Predmetom výskumu budú binárne, ternárne a kvartérne zlúčeniny medi s variabilným zložením. V energetike pôjde o testovanie ich využiteľnosti pre termoelektrické a fotovoltaické materiály. V medicíne sa bude skúmať ich použitie pre zobrazovacie techniky a tiež ako potenciálne liečivá s antibakteriálnym a protinádorovým účinkom. V projekte sa bude aplikovať aparát mechanochemie s možnosťou prípravy uvedených materiálov vo veľkom merítku.

### Ciele projektu

- Binárne systémy Cu-X (X=S, Se): ich syntéza, charakterizácia a potenciálne využitie ako absorbérov pre solárne články, časti termoelektrických článkov a medicínskych materiálov pre antibakteriálnu a protirakovinovú aktivitu. Očakáva sa, že nové systémy syntetizované pomocou mechanochemie budú vykazovať zvýšenú biodostupnosť
- Ternárne systémy Cu-Y-X (Y=Sb, Bi, Fe, Sn; X=S, Se): ich syntéza, charakterizácia a potenciálne využitie ako absorbérov pre solárne články, časti termoelektrických článkov a medicínskych materiálov pre antibakteriálnu a protirakovinovú aktivitu. Očakáva sa, že nové systémy syntetizované pomocou mechanochemie budú vykazovať zvýšenú biodostupnosť. V tomto celi sa zameriame aj na štúdium termoelektrických vlastností a antibakteriálnu aktivitu
- Kvartérne systémy Cu-Z-Sn-S (Z=Zn, Fe): ich syntéza, charakterizácia a potenciálne využitie ako absorbérov pre solárne články, časti termoelektrických článkov a medicínskych materiálov pre antibakteriálnu a protirakovinovú aktivitu. Očakáva sa, že nové systémy syntetizované pomocou mechanochemie budú vykazovať zvýšenú biodostupnosť

### Dosiahnuté výsledky

Projekt sa venoval štúdiu syntézy chalkogenidov, ich vlastnostiam a možným aplikáciám. Pri syntéze boli využité možnosti mechanochemie. Pri príprave binárnych, ternárnych a kvaternárnych zlúčenín sa aplikovala variabilita aparátu mechanochemie ako je mechanická aktivácia, mechanochemická oxidácia, mechanochemická redukcia a mechanochemická syntéza. Uvedené postupy sa využili na prípravu vyspelých materiálov pre možnú aplikáciu vo fotovoltaike, fotokatalýze, energetike a medicíne. Výsledky výskumu boli finalizované formou publikácií v renomovaných vedeckých časopisoch. Počas trvania projektu boli výsledky publikované vo viac ako 50-tich publikáciách v zahraničných karentovaných časopisoch a našli odozvu vo viac ako 170-tich citáciach v karentovaných časopisoch podľa SCI. Ciele projektu boli splnené. Vzhľadom na množstvo dosiahnutých originálnych výsledkov vyberáme niektoré:

- mechanochemická syntéza selenidu meďnatého CuSe rýchlym jednostupňovým postupom (5 min) v laboratórnom a priemyselnom mlyne
- využitie magnetometrie pri sledovaní kinetiky syntéz a redukcie zlúčenín s obsahom železa, napr. chalkopyritu CuFeS<sub>2</sub>, stanínu Cu<sub>2</sub>FeSnS<sub>4</sub> a rhodostanínu Cu<sub>6</sub>Fe<sub>2</sub>SnS<sub>8</sub>
- mechanochemická syntéza a dopovanie tetraedritu Cu<sub>12</sub>Sb<sub>4</sub>S<sub>13</sub> prvýkrát realizované v priemyselnom mlyne
- príprava nanokompozitov, napr. CuFeS<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> s využitím mechanochemie pre intenzifikáciu fotokatalytického rozkladu polutantov v kvapalnom prostredí

príprava kesteritu Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub> tuhofázovou cestou overená v priemyselnom mlyne ako originálna alternatíva doterajších mokrych postupov syntézy

### zodpovedný riešiteľ

Dr.h.c. prof. Baláž Peter, DrSc.

### riešiteľská organizácia

Ústav geotechniky SAV, v. v. i.

### termín riešenia

07/2019 – 06/2023

### finančné prostriedky z APVV

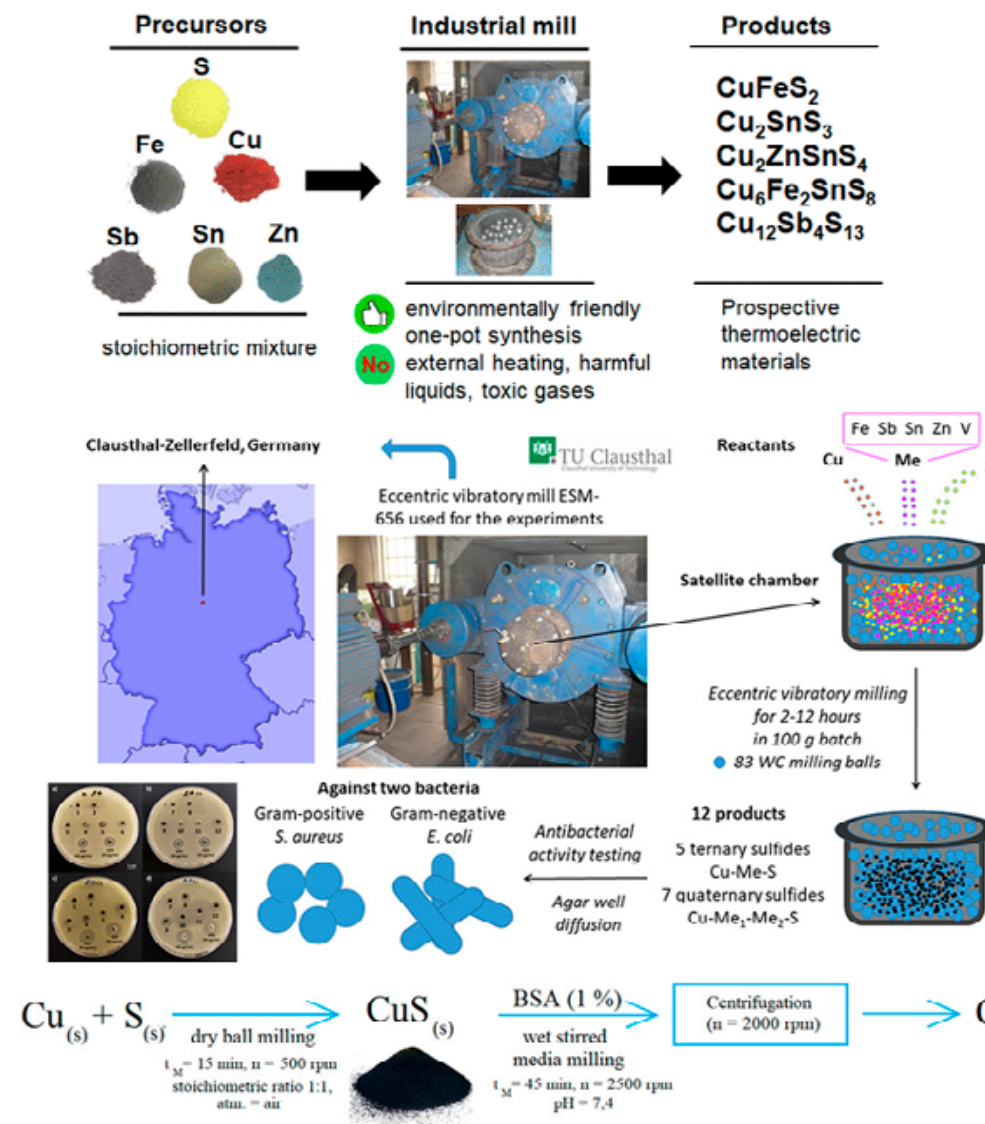
250 000 €

### číslo projektu

APVV-18-0357

### Prínos pre prax

Syntetizované chalkogenidy je možné v budúcnosti uplatniť ako absorbéry vo fotovoltaických článkoch, termoelektriká v energetickom priemysle, pri fotokatalýze v ekologických aplikáciách a ako antibakterálne látky v medicíne. Toto uplatnenie možno predpovedať na základe dosiahnutých originálnych výsledkov pri riešení projektu a verifikovaných v priemyselnom merítku.



### Riešiteľský kolektív

#### Zodpovedný riešiteľ



prof. RNDr. Peter Baláž, DrSc.

#### Doktorandi



Mgr. Katarína Gáborová



Mgr. Mária Kováčová



Mgr. Martin Stahorský

#### Vedeckí pracovníci



Mgr. Marcela Achimovičová, PhD.



RNDr. Matej Baláž, PhD.



RNDr. Erika Dutková, PhD.



Mgr. Zdenka Lukáčová Bujňáková, PhD.



Výskum a vývoj energeticky úsporného hybridného ložiskového reduktora so zníženým opotrebením pre robotické zariadenia (pre Priemysel 4.0)

Predmet výskumu

Hlavným cieľom projektu bol výskum a vývoj nového hybridného ložiskového reduktora cestou vylepšenia mechanických (tvrdosť, pevnosť, lomová húževnatosť, oteruvzdornosť, koeficient trenia) a fyzikálnych (tepelná vodivosť) vlastností ocelových materiálov a keramických nanokompozitov s keramickou maticou s prídavkami nanouhlíkových materiálov tak, aby sa zabezpečila oteruvzdornosť lepšia ako v prípade celooceľového reduktora. Experimentálnymi materiálmi boli nástrojové ocele a keramické nanokompozity s rôznym podielom prídavkov CNT, CNF a grafénových doštičiek. Skúmal sa vzťah medzi laserovou modifikáciou, trecími vlastnosťami experimentálnych materiálov a ich mikroštruktúrnymi parametrami so zámerom optimalizovať ich vzájomnú previazanosť a využiť nadobudnuté poznatky pri vývoji optimálneho materiálu pre použitie v prototyp hybridného ložiskového reduktora.

Ciele projektu

Vytvoriť design mikroštruktúry materiálov pomocou lasera čo sa týka morfológie, mikroštruktúry, tvrdosti a oteruvzdornosti pre aplikáciu ako trecie lôžka v hybridnom ložiskovom reduktore. Pripraviť pomocou práškovej metalurgie nanokompozitný keramický trecí materiál s optimalizovanou mikroštruktúrou, tvrdosťou a oteruvzdornosťou pre valivé elementy v hybridnom ložiskovom reduktore. Študovať vzájomné vzťahy medzi mikroštruktúrou a mechanickými vlastnosťami a analyzovať vývoj mikroštruktúrnych parametrov experimentálnych materiálov po aplikáciách laserovej modifikácie a pulzného spekania práškov. Analyzovať mechanické a oteruvzdorné vlastnosti materiálov vo vzťahu ku morfológii a ich mikroštruktúrnym zmenám vyvolaných laserovou modifikáciou, v prípade keramiky zmenám vyvolaných prídavkom zhúževnatujúcich fáz. Testovať a porovnávať koeficient trenia a odolnosť voči opotrebeniu vzájomných kombinácií trecích dvojíc oceľ – keramický nanokompozit s rôznymi mazivami. Vytvoriť technologický postup prípravy takýchto materiálov

so zreteľom na aplikáciu v ložiskovom reduktore. Charakterizovať morfológiu, mikroštruktúru, lomovo-mechanické a trecie vlastnosti materiálov s cieľom optimalizovať proces prípravy s ohľadom na vývoj mikroštruktúry a na mechanické a funkčné vlastnosti. Analyzovať vplyv procesných parametrov na mechanické vlastnosti. Vyrobiť a otestovať experimentálny prototyp hybridného reduktora s použitím modifikovaných komponentov so zlepšenými funkčnými vlastnosťami. Realizovať a uplatniť výstupy experimentov v praxi v partnerskej organizácii Spinea.

Dosiahnuté výsledky

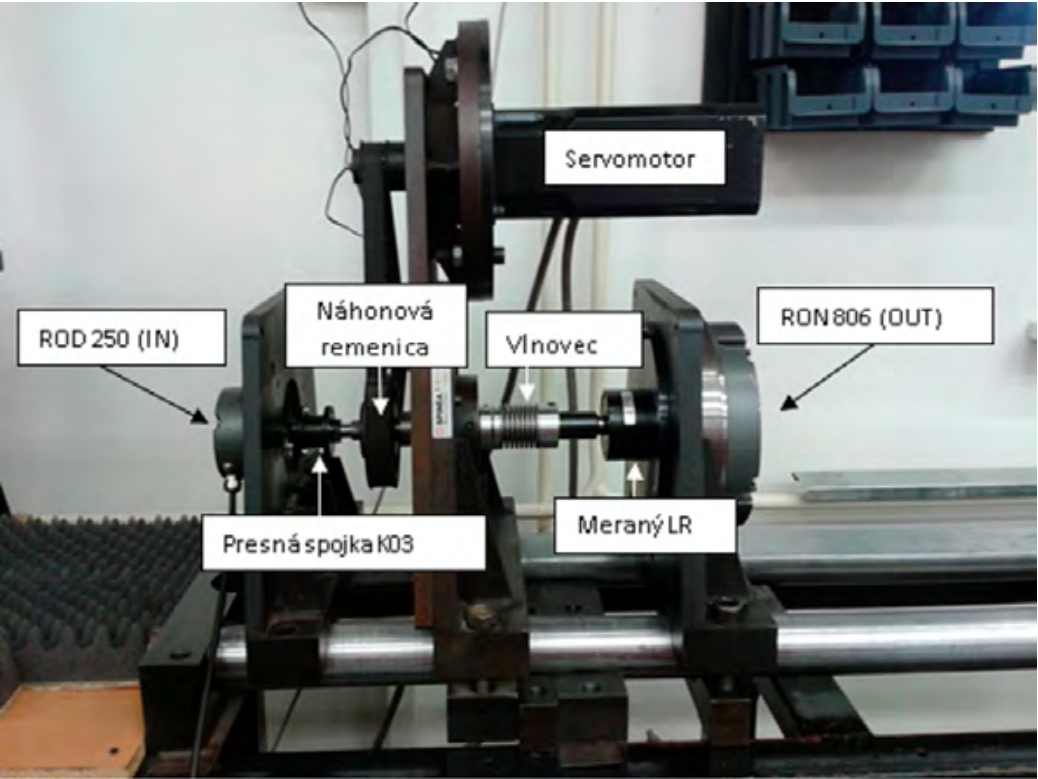
Prevodovkové ložiskové reduktory obsahujú prvky systémov prenosu energie, ktoré by mali mať vysokú úroveň odolnosti proti opotrebovaniu. Navrhovaná laserová modifikácia slúžila na vytvrdenie povrchovej vrstvy funkčnej prenosovej plochy. Toto riešenie nemalo vplyv na jadro funkčného segmentu, ktoré zachovalo jeho húževnatosť. Klzné plochy reduktora preto boli modifikované navrhovaným experimentálnym postupom jemným vytvrdzovaním povrchu pomocou laserových lúčov, čo predišlo poškodeniu funkčných plôch. Materiálové zloženie bolo korigované tak aby sa dosiahli optimálne funkčné vlastnosti – nízke opotrebenie a nízky koeficient trenia, požadované mechanické vlastnosti a mikroštruktúra. Vyrobený prototyp reduktora bol testovaný na skúšobnom stende pri dvoch rôznych režimoch aby sa overili funkčné prevádzkové vlastnosti. Klzné plochy boli laserom modifikované a valčkové segmenty boli povlakované klzným materiálom na báze MoS2.

Prínos pre prax

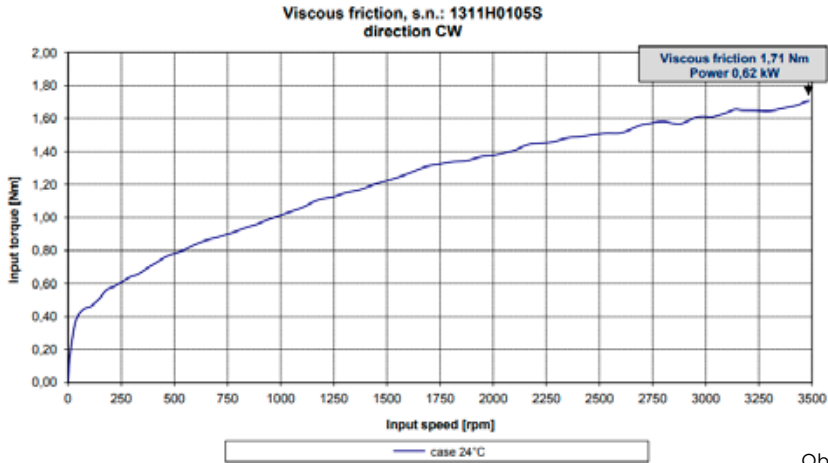
Na základe funkčných testov na skúšobnom stende vo firme Spinea, s.r.o. sa ukázalo ze konvenčné oceľové reduktory s mazivom aj reduktory s povlakovanými valčekmi fungovali pri merane podmienkam skúšobného zaťaženia. Aj keď boli uskutočnené len testy rozbehových a kvázi-statických

zodpovedný riešiteľ  
Ing. Puchý Viktor, PhD.  
riešiteľská organizácia  
Ústav materiálového výskumu SAV, v. v. i.  
termín riešenia  
07/2019 – 11/2022  
finančné prostriedky z APVV  
248 582 €  
číslo projektu  
APVV-18-0438

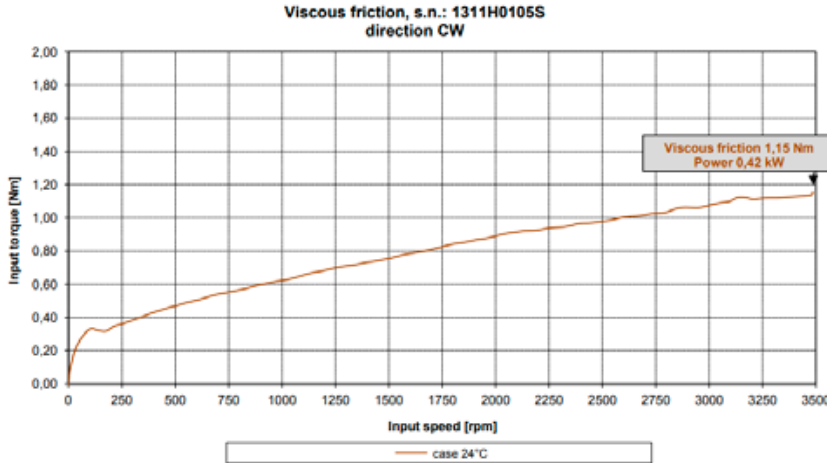
trecích momentov, výsledok testov ukazuje, že povlakovanie valčkov reduktorov má veľký potenciál. Výsledok testu naznačuje, že reduktor s povlakovanými valčkami by mohol prekonať konvenčný oceľový reduktor s mazivom a znížiť náklady na energiu, potenciálne zvýšiť životnosť reduktora, prípadne znížiť náklady na údržbu neskoršou degradáciou maziva (nižšie trenie → nižšia prevádzková teplota → dlhšia životnosť maziva). Takto upravený reduktor môže nájsť uplatnenie vo vysokopresných vysoko-závažových robotických ramenách pracujúcich s vysokými zrýchleniami. Ambíciou riešiteľského kolektívu bolo doceliť opakovateľnosť a použiteľnosť dosiahnutých výsledkov výskumného projektu v praxi a vyvinúť prototyp nového ložiskového reduktora z kovo-keramických komponentov tzv. hybridný ložiskový reduktor, čo sa aj čiastočne podarilo.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

Obr. 1 / Merací stend

Obr. 2 / Priebeh viskózneho trenia v závislosti na vstupných otáčkach a krútiacom momente, ložiskový reduktor s valčkami bez povlaku MoS<sub>2</sub>

Obr. 3 / Priebeh viskózneho trenia v závislosti na vstupných otáčkach a krútiacom momente, ložiskový reduktor s valčekom s povlakom MoS<sub>2</sub>



# Špeciálne ľahké elektrické vozidlo z nekonvenčných materiálov do ťažkých podmienok a terénu - LEV

## Predmet výskumu

Súčasnú malú terénne štvorkolesovú vozidlá (štvorkolky) sú ťažké, hlučné a neekologické. Všetky majú podobný konštrukčný základ, ktorý neumožňuje modulárnu prestavbu podľa konkrétnych požiadaviek zákazníka a rovnako neumožňujú aplikáciu konštrukčných prvkov pre uľahčenie obsluhy seniorom, alebo hendikepovaným. Nosnou myšlienkou projektu je vývoj a stavba nekonvenčného vozidla do horských terénov s vysokou priechodnosťou vytvoreného na báze sklokarbónových komponentov s elektrickým pohonom. Základom špeciálnej nekonvenčnej konštrukcie je jednoducho modifikovateľná platforma podľa účelu a využitia, ako sú aplikácie pre horské záchranné zložky, požiarnikov, armádne účely, biológov, poľovníkov, a poľnohospodárov. Postup riešenia projektu bol orientovaný do troch základných oblastí:

- elektromobilita a návrh nekonvenčného pohonu,
- modulárna architektúra systému vozidla,
- karoséria, priestor pre posádku a náklad,
- nezávislé riadenie smeru vozidla.

## Ciele projektu

Hlavným cieľom projektu bol vývoj a stavba prototypu malého terénneho vozidla s využitím nekonvenčných materiálov, komponentov s elektrickým pohonom s vysokou priechodnosťou a stúpaivosťou pre ťažko dostupné terény. Naplnenie hlavného cieľa bolo podmienené splnením čiastkových cieľov:

1. Vývoj modulárnej architektúry systému vozidla
2. Vývoj podvozkového modulu s elektrickou a mechanickou časťou pohonu vrátane zdroja energie
3. Vývoj nekonvenčného priestoru pre posádku a náklad
4. Vývoj prototypu mechanicky nezávislého systému riadenia smeru vozidla

## Dosiahnuté výsledky

Vyvinutá modulárna architektúra systému vozidla umožňuje rozsiahlu variantnosť konštrukčných modulov, rôzne usporiadanie pohonu, rozmiestnenie posádky a nákladu. Navrhnutý systém riadenia vozidla tvorí centrálna riadiaca jednotka vrátane systému riadenia pohonu, smeru vozidla, brzdenia vozidla a systému diaľkového ovládania. Realizoval sa vývoj podvozkového modulu s elektrickou a mechanickou časťou pohonu vrátane zdroja energie a priestoru pre posádku a náklad s maximálnou snahou zjednodušiť obsluhu vozidla. Navrhnutá ľahká a pevná škrupina sedačky z kompozitného materiálu umožňuje ľahké nastupovanie a bezpečné sedenie. Pri vývoji jednotlivých modulov (podvozkový modul, modul pre posádku, nákladný modul), sa kontinuálne realizovali experimentálne merania vlastností kompozitných materiálov v laboratóriu a v počítačových simuláciách. Pri riešení projektu boli uplatnené inovačné princípy bionického konštruovania, ako sú: optimalizácia celku, multifunkčnosť, kompatibilita s okolím, úspora energie, využitie obnoviteľných zdrojov energie, recyklovateľnosť, modulárnosť a sieťové prepojenie. Počas riešenia projektu boli podané tri prihlášky úžitkového vzoru:

1. Elektromechanický riadiaci kĺb s naklápaním v dvoch rovinách,
2. Modul nápravy terénneho vozidla s elektrickým pohonom,
3. Modulárny nápravový systém podvozka elektrického vozidla.

Výsledky projektu sú rovnako určené pre oblasť vzdelávania študentov vysokých škôl, ako aj vo výskumno-vývojových centrách pre oblasť elektromobility, nekonvenčných pohonov a ich komponentov.

**zodpovedný riešiteľ**  
prof. Ing. Medvecký Štefan, PhD.  
**riešiteľská organizácia**  
Žilinská univerzita v Žiline  
**termín riešenia**  
07/2019 – 12/2022  
**finančné prostriedky z APVV**  
248 344 €  
**číslo projektu**  
APVV-18-0457

## Prínos pre prax

Navrhnutý prototyp malého terénneho vozidla je inovatívnou alternatívou k súčasným terénnym štvorkolkám. Užívateľ dostáva na mieru zostavenú modulárnu ľahkú konštrukciu s tichým elektrickým pohonom a s jednoduchým ovládaním. Ľahká konštrukcia umožňuje lepšiu priechodnosť a stúpaivosťou v teréne a čistý elektrický pohon umožní prístup profesionálov aj na ekologicky citlivé územia. Modulárnosť konštrukcie umožňuje kombinovať rôzne kombinácie modulov pohonu, nákladu a posádky. Jednoduchosť ovládania a dizajn vozidla rozšíri portfólio zákazníkov o seniorov a zdravotne hendikepovaných. Na trhu chýba trieda ľahkých terénnych modulárnych vozidiel na elektrický pohon. V profesionálnej komerčnej sfére takto koncipované vozidlo poskytne univerzálny pracovný nástroj, čo terénny motocykel a ťažká terénna štvorkolka neumožnia.

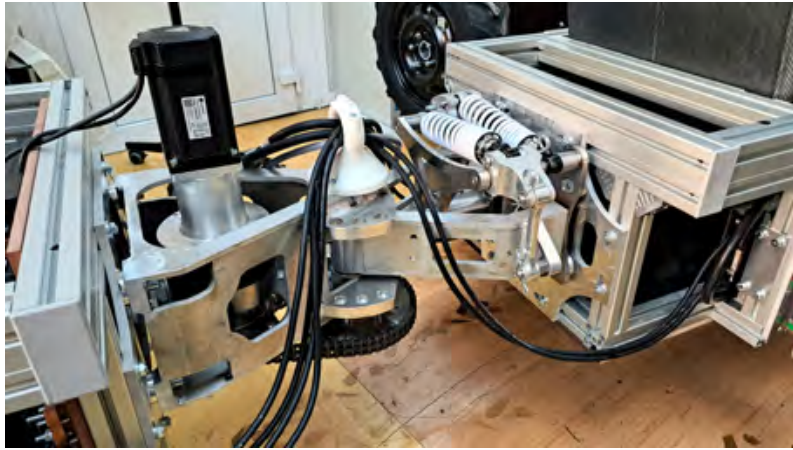
Obr. 1 / Elektromechanický riadiaci kĺb

Obr. 2 / Laboratórne skúšky prototypu na výkonnej valcovej skúšobni MAHA

Obr. 3 / Cestné skúšky vozidla Modulo, nosnú časť modulu tvoria Al profily

Obr. 4 / Vozidlo Modulo, nosnú časť modulu tvorí karbónový monokok

Obr. 5 / Vozidlo Modulo



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



# Vývoj originálnej konštrukcie zhutňovacieho lisu s obrátenou kinematikou

## Predmet výskumu

Celosvetový trend nahradzovania fosílnych palív obnoviteľnými zdrojmi energie ovplyvňuje aj smerovanie výskumu výrobných strojov v oblasti aglomerácie materiálov.Výroba ušľachtilých biopalív je vhodným smerom na zhodnocovanie biomasy a iných energetických odpadov. Jednou z technológií, ktorá premieňa biomasu na biopalivá s požadovanými vlastnosťami, je briketovanie. Poznáme tri základné briketovacie technológie - mechanickú, hydraulickú a závitovú. Závitokové briketovacie lisy jednoznačne vytvárajú najkvalitnejšie brikety. Výhodou tohto druhu briketovania je, že na rozdiel od iných technológií je briketa vytváraná v kontinuálnom procese. Súčasné konštrukcie závitových briketovacích lisov majú niekoľko zásadných nevýhod. *Jedná sa napríklad o materiálovú alebo geometrickú optimalizáciu závitovky, modulárnu konštrukciu závitovky s vymeniteľnou koncovkou, eliminácia nadmerného zaťaženia axiálneho ložiska chrbtovým usporiadaním dvoch závitoviek.*

## Ciele projektu

Cieľom riešeného projektu bol vývoj, výroba a testovanie funkčného modelu originálneho, patentovo chráneného princípu kinematiky závitkového briketovacieho lisu. Podstata navrhovaného riešenia zhutňovacieho stroja s „obrátenou kinematikou“, (SK 288712) spočíva v tom, že rotačnou časťou stroja je teleso, v ktorom je pevne namontovaná závitovka a v strede rotačného bubna je upevnený nehybný trň. Rotačný pohyb vykonáva lisovacia komora, ktorej dôležitou súčasťou je závitovka. A na druhej strane zhutňovací nástroj, ktorý v tomto prípade nazývame trň, je pevne držaný v ráme stroja a nevykonáva žiadny pohyb. Zhutňovací stroj s obrátenou kinematikou sa skladá z troch hlavných konštrukčných častí - lisovacej komory, rotačnej závitovky pevne spojenjej s rotujúcou lisovacou komorou a pevného nástroja - trňa. Každý z troch hlavných konštrukčných prvkov môže byť v dvoch rôznych verziách.

## Dosiahnuté výsledky

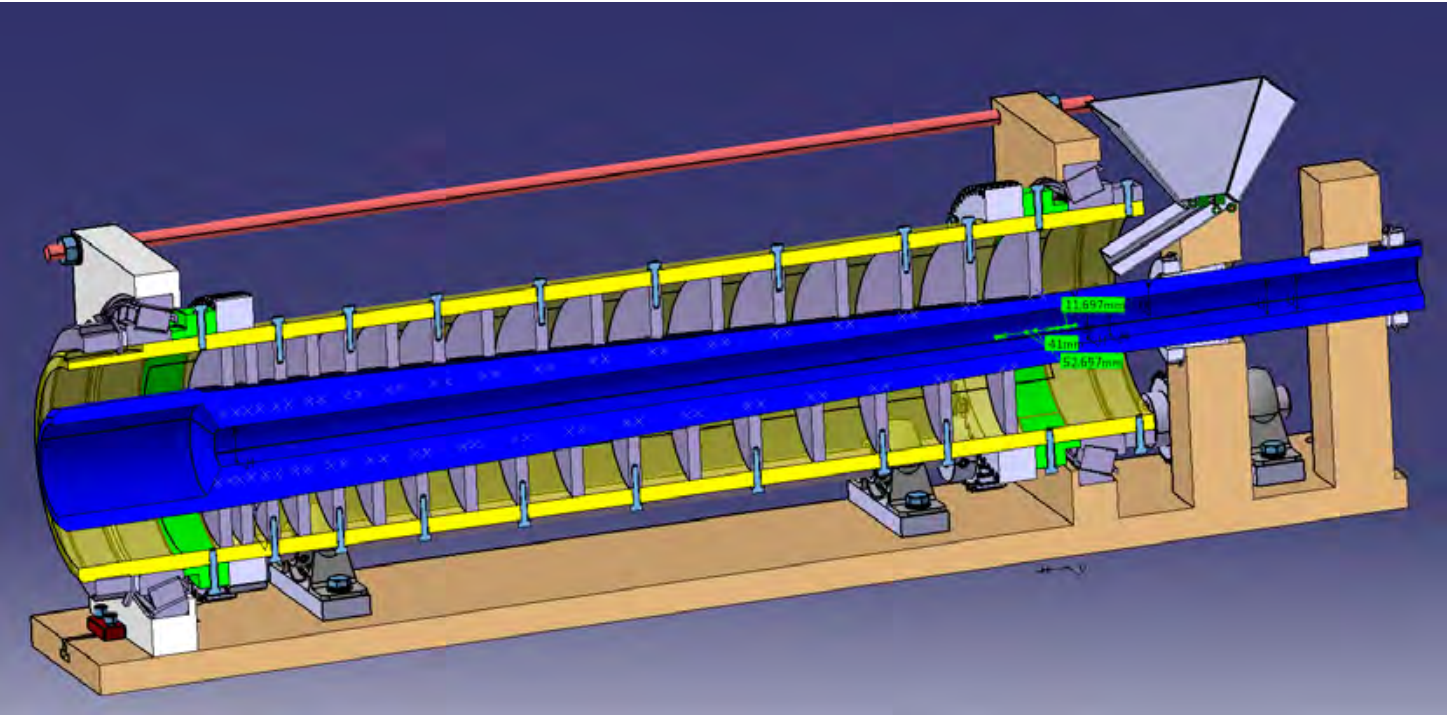
Zhutňovací stroj s obrátenou kinematikou prináša množstvo výhod:

- nízka potreba energie vďaka rotujúcemu bubnu. Pri rotácii väčšieho priemeru stačí menší krútiaci moment na potrebnú lisovaciu silu ako v prípade konvenčného prístroja,
- jednoduchšie konštrukčné riešenie pre ohrev a chladenie lisovacieho trňa, pretože sa neotáča.
- nedochádza k nadmernému opotrebovaniu konca lisovacej závitovky. - ložiská, na ktorých je namontovaná rotačná kompresná komora, nie sú axiálne zaťažené, pretože sila pôsobí v kriticky malom priemere.

## Prínos pre prax

V rámci projektu bol navrhnutý (Obr. 1), vyrobený (Obr. 2) a testovaný funkčný model závitkového briketovacieho lisu. Skúšky potvrdili, že navrhnutý princíp lisu je správny. Materiál sa v lisovacej komore posúval a formoval sa do výsledného tvaru brikety (Obr. 3). Svedčí o tom kontinuálne vystupovanie zhutnenej suroviny z lisovacej komory. Tým boli splnené ciele projektu a vytvorený nutný predpoklad pre výrobu reálneho prototypu závitkového briketovacieho lisu s obrátenou kinematikou.

**zodpovedný riešiteľ**  
prof. Ing. Šooš Lubomír , PhD.  
**riešiteľská organizácia**  
Slovenská technická univerzita v Bratislave  
- Strojnícka fakulta  
**termín riešenia**  
07/2019 - 12/2022  
**finančné prostriedky z APVV**  
250 000 €  
**číslo projektu**  
APVV-18-0505



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

Obr. 1 / Konštrukčný návrh funkčného modelu  
Obr. 2 / Otvorená lisovacia komora reálneho funkčného modelu  
Obr. 3 / Pohľad na zhutnenú briketu vystupujúcu z komory



# LEKÁRSKE VEDY





## Rezistencia na antituberkulotiká – nové možnosti jej detekcie a terapeutického manažmentu

### Predmet výskumu

Aplikácia celogenómového sekvenovania v diagnostike rezistentných foriem tuberkulózy, identifikácia nových mechanizmov rezistencie a biomarkerov prebiehajúceho ochorenia.

### Ciele projektu

1. Zistiť aktuálne zastúpenie pacientov s rôznymi druhmi rezistencie v Slovenskej republike (SR) s cieľom zmodernizovať, spresniť a zrýchliť diagnostiku rezistencie na antituberkulotiká.
2. Zaviesť metódu sekvenovania celého genómu (WGS) v podmienkach SR a overiť ňou jednotlivé druhy rezistencie *M. tuberculosis* zachytené v rokoch 2010-2018 ako aj novo-diagnostikované prípady počas riešenia projektu.
3. Porovnať fenotypovú a genotypovú rezistencie rôznymi metódami (kultivácia, PCR, WGS) a výsledky porovnania preniesť do odporúčaní pre rutinnú diagnostiku rezistentných foriem tuberkulózy.
4. Vytvoriť a zaviesť analytické metódy na detekciu hladín laboratórnych markerov a antituberkulotík a sledovať vzťah plazmatických koncentrácií používaných antituberkulotík k odpovedi na liečbu a výskytu vedľajších účinkov u pacientov s rôznymi typmi rezistencie (korelácia s klinickým stavom pacienta, individualizácia farmakoterapie) s následným odporúčaním pre farmakologický manažment pacientov s tuberkulózou a jej rezistentnými formami.
5. Zrealizovať metabolickú analýzu pacientov s tuberkulózou a hľadať možné zmeny spôsobené rezistentnými formami tuberkulózy.

### Dosiahnuté výsledky

V rámci projektu sme vykonali historicky prvú molekulárno-epidemiologickú analýzu multirezistentných kmeňov *M. tuberculosis* na Slovensku a v Českej republike (10.1038/s41598-022-11287-5, 10.1016/j.jctube.2021.100292). Prostredníctvom získaných dát sme charakterizovali niekoľko ohnisk nákazy a prenosových reťazcov. Klasifikácia kmeňov do fylogenetických línií/podlínií preukázala vysoký výskyt

tzv. Pekingskej línie. Táto línia predstavuje veľkú hrozbu, vzhľadom k jej zvýšenej mutačnej schopnosti, virulencii a transmisibilite v porovnaní s ostatnými líniami. Navyše, najviac rozšírená je na území Ukrajiny a krajín bývalého Sovietskeho zväzu, preto v dôsledku zvýšenej migrácie považujeme za dôležité monitorovať výskyt tejto línie v nadchádzajúcich rokoch. Výsledky genotypového stanovenia citlivosti odhalili prvých pacientov infikovaných kmeňom rezistentných na novogeneračné antituberkulotikum delamanid. Pacienti nemali doposiaľ v rámci liečebného režimu toto liečivo zahrnuté, čo indikuje prenos takto rezistentných kmeňov v rámci populácie. Delamanid rezistentné kmene vykazovali vzácnu mutáciu v géne *ddn*, ktorej evolučný pôvod v súčasnosti študujeme v rámci celoeurópskej štúdie. Okrem toho sme charakterizovali nové mutácie kódujúce rezistenciu na streptomycín (v géne *gidB*) a pyrazinamid (v géne *kefB*) (10.1093/jacamr/dlad108).

V súvislosti s terapeutickým meraním plazmatických hladín vybraných antituberkulotík sme vyvinuli a validovali novú metódu na terapeutické meranie izoniazidu, pyrazinamidu a etambutolu (10.1002/rcm.9425). Výsledky imunologických analýz preukázali klinický potenciál stanovenia koncentrácií vybraných cytokínov (IFN- $\alpha$ 2, IL-1, IL-1 $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-10, IL-12 p40, IL-17, LIF a TNF- $\alpha$ ) v krátkodobom monitorovaní účinnosti liečebného režimu.

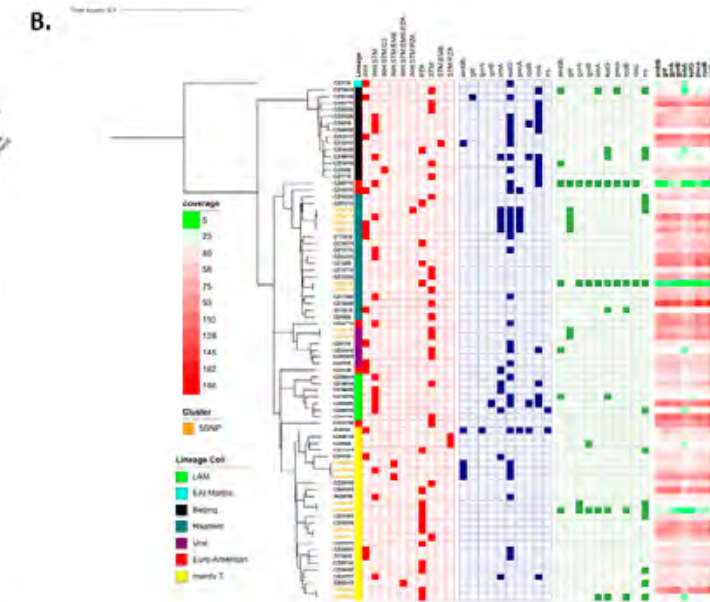
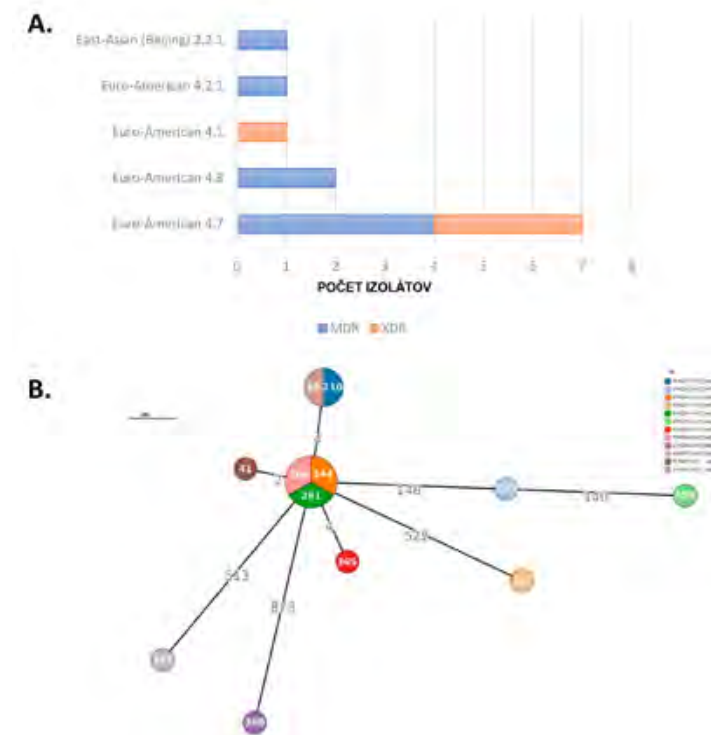
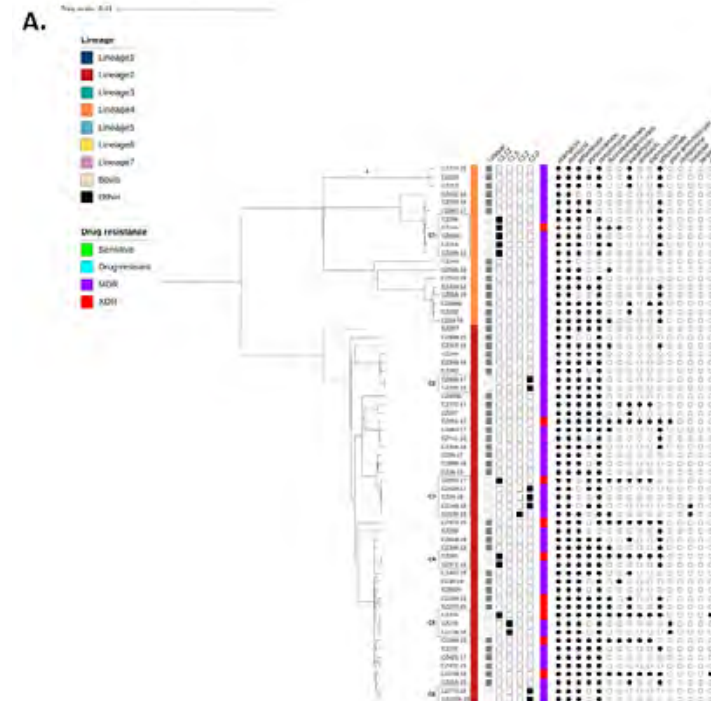
### Prínos pre prax

Charakterizácia prenosových reťazcov a ohnisk nákazy rezistentnej tuberkulózy viedla k prijatiu vhodných opatrení na zastavenie ich šírenia, vrátane kompletného vyšetrenia kontaktov. Potvrdenie genotypovej rezistencie na delamanid bolo rozhodujúcim faktorom vedúcim k rutinnému stanoveniu citlivosti na toto liečivo v Národnom referenčnom laboratóriu pre mykobaktérie v Prahe. Nové mutácie kódujúce rezistenciu na streptomycín a pyrazinamid boli zahrnuté v najnovšej verzii katalógu mutácií publikovanom WHO (<https://www.who.int/publications/i/item/9789240082410>), ktorý poskytuje klinickým

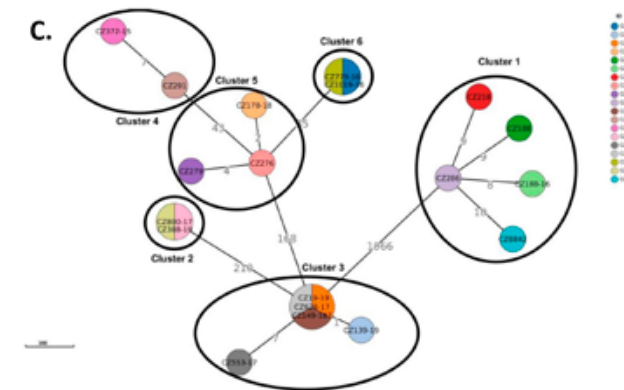
**zodpovedný riešiteľ**  
prof. MUDr. Mokry Juraj, PhD.  
**riešiteľská organizácia**  
Univerzita Komenského v Bratislave  
– Jesseniova lekárska fakulta v Martine  
**termín riešenia**  
07/2019 – 06/2023  
**finančné prostriedky z APVV**  
249 880 €  
**číslo projektu**  
APVV-18-0084

pracovníkom jednoduchý nástroj na interpretáciu dát získaných WGS.

V snahe zlepšiť manažment liečby tuberkulózy sme vyvinuli a validovali metódu (na princípe kvapalinovej chromatografie/tandemovej hmotnostnej spektrometrie) na simultánne stanovenie plazmatických hladín izoniazidu, etambutolu a pyrazinamidu. Na základe nameraných hladín je možné upravovať dávkovanie vybraných antituberkulotík a tým prispieť k personalizácii liečby TB.



Obr. 1



Obr. 2

Obr. 1 / Fylogenetický strom zahrňajúci všetky multirezistentné kmene (MDR) *M. tuberculosis* diagnostikované v Českej republike počas rokov 2005-2020 (A) a mono- a polyrezistentné kmene diagnostikované počas rokov 2018 a 2020 na Slovensku a v Českej republike (B). Obrázok okrem fylogenetickej príbuznosti študovaných kmeňov znázorňuje genotypovú rezistenciu na vybrané prvo- a druholíniové antituberkulotiká. INH - izoniazid, STM - streptomycín, EMB - etambutol, PZA - pyrazinamid, CS - cykloserín

Obr. 2 / Klasifikácia MDR a *extensively-drug* rezistentných (XDR) izolátov *M. tuberculosis* do príslušných fylogenetických línií (A) a identifikácia prenosových reťazcov MDR a XDR kmeňov na Slovensku (B) a v Českej republike (C) na základe počtu rozdielnych jednonukleotidových polymorfizmov (SNPs).



## Strategický vývoj terapeutických látok voči neuroinfekciám spôsobených vybranými vektorom prenášanými patogénmi

### Predmet výskumu

Interakcie medzi hostiteľom a patogénom hrajú ústrednú úlohu v patogenéze infekčných chorôb. Na identifikáciu týchto interakcií boli doposiaľ využité „*small-scale*“ metodiky zahrňujúce biochemické, biofyzikálne a genetické experimenty. Doterajšie štúdie síce pomaly prispievajú k odhaleniu zložitých hostiteľ-patogén interakcií, stále však chýba komplexný obraz interakcie medzi proteínmi hostiteľa a patogénom (ligand-receptor *interaktom*). Rovnako ako aj v puzzle, je každá získaná informácia cenná a ich skladanie je veľmi náročné. V prípade invázie do CNS je obraz ligand-receptor interakcií veľmi nejasný, a to hlavne z dôvodu unikátnosti fyziológie a štruktúry hematoencefalickej bariéry (HEB) a nedostatku spoľahlivých *in vitro* modelov. Tento projekt bol zameraný na štyri oblasti: i) mapovanie kompletného obrazu hostiteľ (bunky NVJ – mozgové mikrovaskulárne endotelové bunky-BMECs, astrocyty a neuróny) – patogén (neuroinvasívna *Borrelia bavariensis*, Západonílsky vírus a vírus klieštovej encefalitídy) interakcie s použitím analýzy celého transkriptomu (RNA-seq); ii) identifikácia skupiny ligandov a ich väzobných miest (domén) pomocou pokročilých proteomických nástrojov (LC-SWATH-MS, čiastočná proteolýza, „*protein array*“, pokročilé bioinformatické nástroje, atď.) pre odhalenie interaktomu ligandov; iii) blokovanie adhézie ligandov patogéna na BMECs s použitím monodoménových protilátok – sdAbs (tatiež nazývaných nanoprotilátky) skonštruovaných pomocou najmodernejšej metódy *in vitro* imunizácie B-lymfocytov a fágového displeja (na spomalenie translokácie patogénov cez HEB); iv) vývoj anti-*Borrelia*/anti-vírusových peptidov (z kombinatoriálnej fágovej knižnice), ktoré môžu bojovať proti patogénom v CNS.

### Ciele projektu

1. Mapovanie kompletného profilu hostiteľ-patogén interakcií na úrovni NVJ
2. Blokovanie adhézie ligandov/patogénov na BMECs pomocou sdAbs (blokovanie translokácie patogénov cez HEB)
3. Vývoj antimikrobiálnych peptidov (AMPs)

### zodpovedný riešiteľ

doc. MVDr. Bhide Mangesh, PhD.

### riešiteľská organizácia

Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach

### termín riešenia

07/2019 – 06/2023

### finančné prostriedky z APVV

278 662 €

### číslo projektu

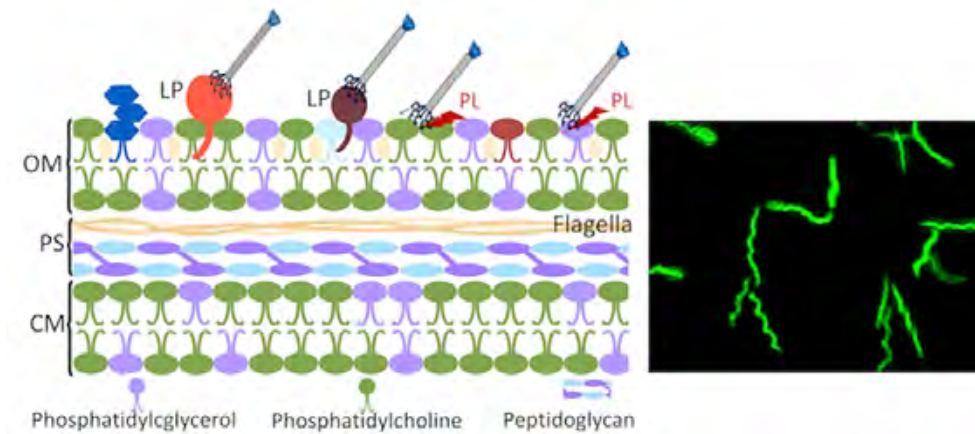
APVV-18-0259

### Dosiahnuté výsledky

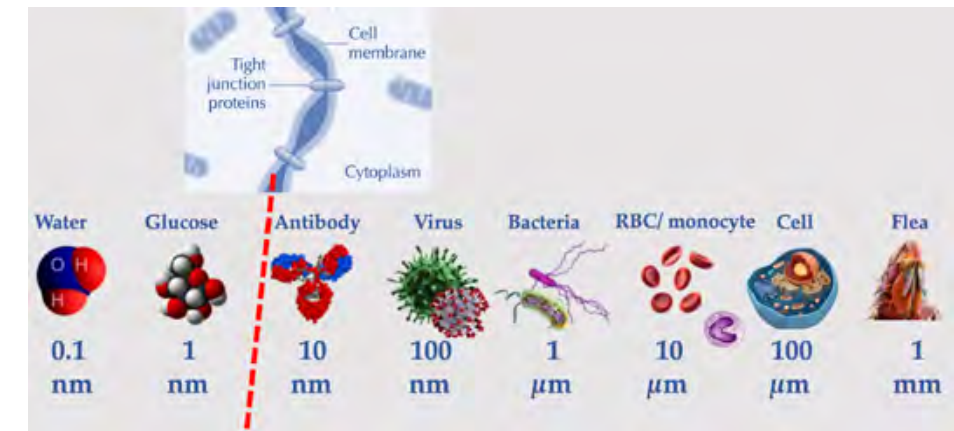
Predpokladali sme, že neuroinvasívne borélie adherujú k mikrovaskulárnym endotelovým bunkám mozgu (Brain microvascular endothelial cells, BMEC), hlavnej zložke neurovaskulárnej jednotky, pomocou viacerých povrchových proteínov. Pomocou LC-SWATH-MS a pokročilých bioinformatických nástrojov sme identifikovali takmer 20 boréliových proteínov, ktoré môžu interagovať s BMEC. Pomocou techniky „limited proteolysis“ sme identifikovali receptor viažucu doménu (RBD) boréliových antigénov. Počas tohto projektu boli objavené aj RBD proteínu E u TBEV (Tick born encephalitis virus) a WNV (West Nile virus). Pomocou RNA-seq sme ďalej odhalili signálne dráhy v BMEC (transkriptóm) ovplyvnené patogénmi alebo ich hlavnými antigénmi. Neuroinvasívne borélie modulujú bunkovú odpoveď BMEC, čo spôsobuje uvoľnenie tesných spojení medzi bunkami, ktoré umožňujú boréliám prechádzať cez hematoencefalickú bariéru. V prípade WNV a TBEV doména III proteínu E narúša normálnu funkciu BMEC, čo vedie k translokácii vírusu v mozgovom parenchýme. V druhej časti projektu sme vyvinuli jednodoménové protilátky (nanoprotilátky) a cyklické peptidy proti RBD, ktoré sa môžu špecificky viazať na patogény. Niektoré vyvinuté nanoprotilátky a cyklické peptidy vykazovali silnú schopnosť neutralizovať vírusy. Cyklické peptidy vyvinuté proti boréliám vykazovali silný boréliacidny účinok. Anti-TBEV, anti-WNV a anti-*Borrelia* cyklické peptidy a nanoprotilátky vyvinuté v tomto projekte sa v súčasnosti používajú pri vývoji liečiva na báze nanonosičov, ktoré môže prechádzať cez hematoencefalickú bariéru a liečiť infekcie priamo v mieste výskytu. Výstupy sú: 15 článkov, 15 abstraktov na konferenciách, predložené 3 patenty, podaná prihláška 1 ochrannej známky, 5 pozvaných prednášok, 2 projekty EÚ, 6 národných projektov, 2 post-doktorandi a niekoľko ukončených alebo pokračujúcich doktorandov.

### Prínos pre prax

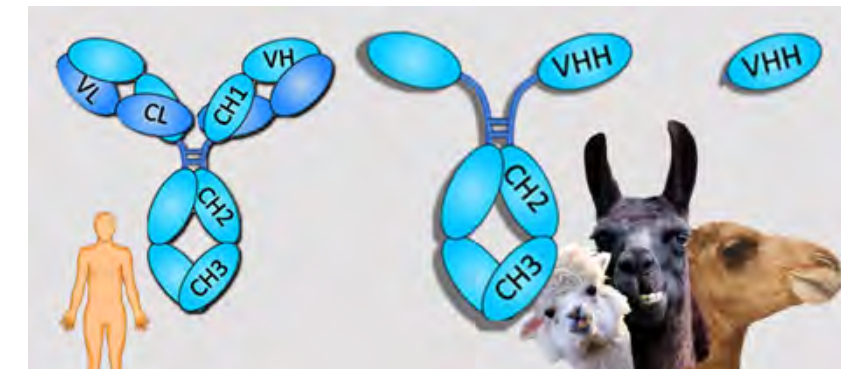
V tomto projekte sme identifikovali domény použité na vývoj špecifických nanoprotilátok a C7C cyklických peptidov proti boréliám, TBEV a WNV pomocou techniky fágového displeja. Úspešne sme vyvinuli anti-WNV nanoprotilátky, ktoré preukázali neutralizačnú schopnosť voči pseudovírusovým časticiam WNV vo vírus neutralizačnom teste. Taktiež sme vyvinuli anti-TBEV nanoprotilátky, ktoré neutralizujú živý vírus, čo bolo potvrdené plak redukčným neutralizačným testom. Vyvinuté nanoprotilátky majú vysoký potenciál pri terapeutickej aplikácii.



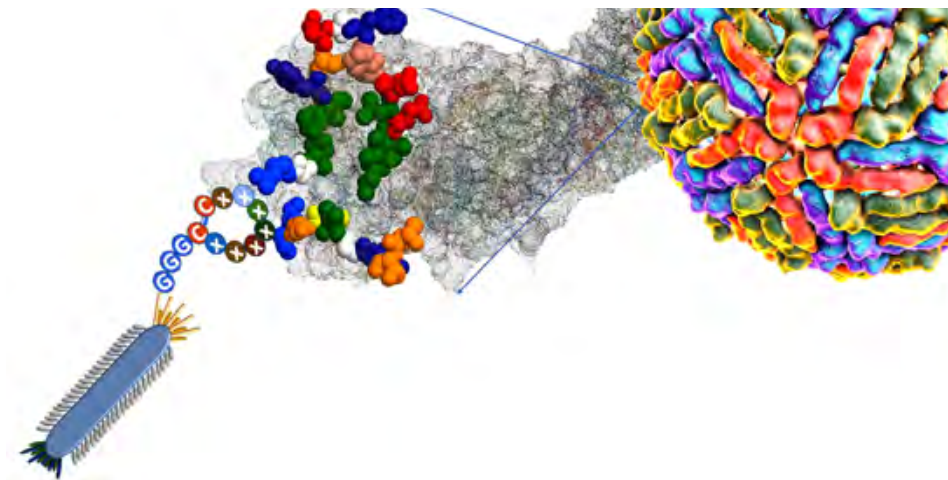
Obr. 1



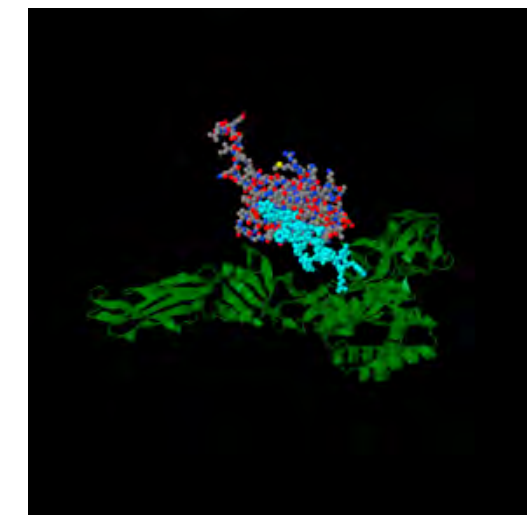
Obr. 2



Obr. 4



Obr. 3



Obr. 5

Obr. 1 / Membrána borélie a membránu viažu fágy vybrané vo fágovom displeji (vľavo). Borélie exprimujúce GFP (vpravo).

Obr. 2 / Tesné spojenie medzi doma endotelovými bunkami (hore). Molekuly a ich veľkosti (dole). Červená čiara označuje veľkosť molekúl, ktoré môžu prejsť cez tesné spojenie (prechod z krvi do mozgu)

Obr. 3 / Vírus klieštovej encefalitídy – TBEV (vpravo, guľôčková štruktúra). E-glycoproteín (medzi modrými čiarami) a receptor viažuceho miesta (RBS) na jeho konci. Peptid – GGGCXXXXXC zobrazený na fagu M13 (vľavo), schopný blokovat väzbu vírusu na bunku.

Obr. 4 / IgG protilátka u človeka. Protilátka len s ťažkým reťazcom u zvierat Camelidae. Iba VHH (nanobody), produkovaný v rekombinantnej forme, má stále plnú schopnosť viazať antigén.

Obr. 5 / Štruktúra nanoprotilátky produkovanej proti obalovému glykoproteínu TBEV (zelená). Vázbová doména nanobody (CDR3) je znázornená azúrovou farbou.



## Premostenie psychiky a neuroendokrinných funkcií matky a jej dieťaťa: zúčastnené mechanizmy

### Predmet výskumu

Hlavným predmetom výskumu bolo odkrývanie mechanizmov zodpovedných za premostenie psychického stavu matky a jej dieťaťa za stresových podmienok.

### Ciele projektu

Hlavným cieľom projektu bolo overiť hypotézu, že neuroendokrinné, imunitné a metabolické signály môžu tvoriť premostenie, ktoré sprostredkuje vplyv psychického stavu matky na jej dieťa (obr.1).

Hlavný cieľom rozšírenej problematiky riešenia projektu bolo skúmať vybrané komponenty renín-angiotenzín-aldosterónového systému, ktoré by mohli súvisieť s pôsobením koronavírusu SARS-CoV-2 v bunkách. Zámerom bolo získať poznatky, ktoré by nás priviedli k novým cieľom farmakologického ovplyvnenia na zmiernenie priebehu ochorenia COVID-19.

### Dosiahnuté výsledky

V súlade s naplnením hlavného cieľa sa publikoval dizajn klinickej štúdie vykonávanej na dvojiciach matka/dieťa v čase krátko po pôrode a o 7-9 mesiacov neskôr. Potvrdila sa usutočiteľnosť metodických prístupov, ako aj možnosť odberu slín a analýzy neuroendokrinných parametrov u novorodencov. Ukázali sa prvé korelačné vzťahy medzi matkami a ich bábätkami. Keďže počas pandémie musela byť klinická štúdia prerušená, konečné analýzy a zhodnotenie premostenia medzi psychikou matky a jej dieťaťa sa ešte len vykonávajú. V ďalšej štúdii priamo súvisiacej s hlavným cieľom projektu u matiek a detí vo veku 7-11 rokov sa vyšetrovali kumulované koncentrácie stresových hormónov vo vlasoch. Hodnotenou stresovou situáciou bol stres z reálneho života počas pandémie. Objavili sme existenciu pozitívnej korelácie medzi kumulovanou koncentráciou testosterónu matiek a ich detí. Predpokladáme, že hormón testosterón môže mať podiel na premostení medzi psychickým stavom matky a jej dieťaťa počas zložitých stresových situácií reálneho života. V retrospektívnej štúdii sme na súbore

427 matiek a ich novorodencov priniesli dôkazy o pozitívnych účinkoch glukokortikoidov podávaných matkám počas tehotenstva. V animálnej časti projektu sme zistili, že u potkanov, ktorým sa krátko po narodení zablokovala tvorba aldosterónu nastali zmeny úzkostného správania a hormonálnej odpovede na stresové podnety v období adolescencie. V rozšírenej časti projektu o problematiku COVID-19 sme získali dôkazy o antivírusovom potenciáli glycyrrhizínu, saponínu z rastliny Glycyrrhiza glabra. Dokázali sme, že u stresovaných zvierat suplementácia stravy extraktom z Glycyrrhiza glabra (sladké drevko) vedie k zníženiu génovej a proteínovej expzie angiotenzín konvertujúceho enzýmu typu 2 (ACE2), ktorý predstavuje vstupnú bránu pre SARS-CoV-2 (obr. 2). Tento pokles expzie ACE2 nastal len v tkanivách, v ktorých je ACE2 exprimovaná spoločne s 11-beta-hydroxysteroid dehydrogenázou typu 2 (11 $\beta$ -HSD2) a mineralokortikoidným receptorom, medzi ktoré patrí tenké črevo a pľúca. Výsledky možno považovať za sľubné pre ďalší rozvoj a výskum preventívnych a terapeutických možností pre vírusové infekcie. Výsledky riešenia projektu boli publikované v 14-tich publikáciách v karentovaných časopisoch.

### Prínos pre prax

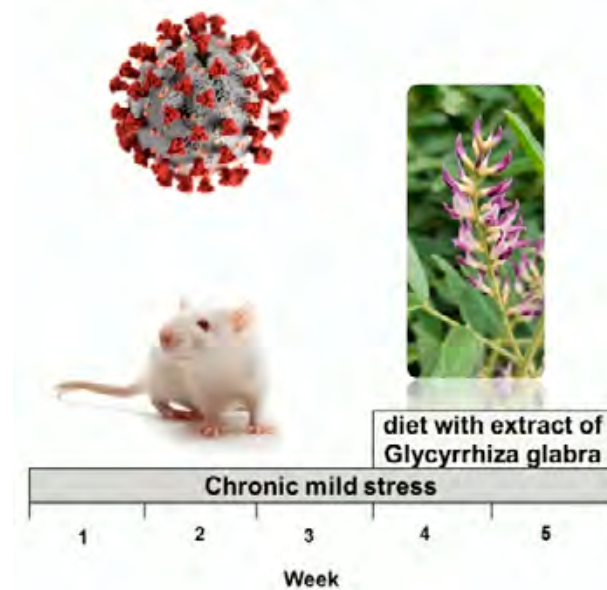
Nálezy získané pri hodnotení mechanizmov premostenia psychiky matky a jej dieťaťa sa uplatnia pri optimalizácii preventívnych opatrení potrebných pre zníženie negatívnych dôsledkov závažných stresových situácií (pandémia, klimatické zmeny, sociálna izolácia) na zdravý vývoj mladej generácie. Výsledky získané v oblasti súvisiacej s pandemiou COVID-19 možno považovať za sľubné pre ďalší rozvoj a výskum preventívnych a terapeutických možností pre vírusové infekcie a pre ďalšie negatívne javy súčasného života.

**zodpovedný riešiteľ**  
prof. PharmDr. Ježová Daniela, DrSc.  
**riešiteľská organizácia**  
Biomedicínske centrum SAV, v. v. i.  
– Ústav experimentálnej endokrinológie  
**spoluriešiteľská organizácia**  
Univerzita Komenského v Bratislave – Lekárska fakulta  
**termín riešenia**  
07/2019 – 06/2023  
**finančné prostriedky z APVV**  
279 533 €  
**číslo projektu**  
APVV-18-0283



Obr. 1

**Angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2)**  
- an entry point for SARS-CoV-2



### Tissues with active 11 $\beta$ -HSD2

Small intestine   $\downarrow$  gene expression  
 $\downarrow$  protein expression

### Tissues with non-active 11 $\beta$ -HSD2

Left heart ventricle  **NO changes**  
Prefrontal cortex  **NO changes**

Obr. 2

Obr. 1 / Hlavná hypotéza projektu.

Obr. 2 / Suplementácia stravy extraktom zo sladkého drevka vedie k zníženej expzii enzýmu, ktorý je zapojený do vstupu koronavírusu SARS-CoV-2 do buniek.



## Nové biomarkery prodomálnej Parkinsonovej choroby

### Predmet výskumu

Identifikácia včasných diagnostických a prognostických biomarkerov prodomálnej Parkinsonovej choroby (PCH) a iných extrapyramidových ochorení.

### Ciele projektu

- Validizovať výskumné kritériá MDS pre prodomálnu PCH v rámci longitudinálneho sledovania 2 kohort pacientov s prodomálnou PCH, identifikovať potenciálne nové prodomálne a rizikové markery
- Validizovať novú metodiku stanovenia periférneho a-synukleínu pomocou 5G4 protilátok kožných biopsiách
- Genetické analýzy pomocou pokročilých NGS metód u pacientov s extrapyramidovými ochoreniami za účelom identifikácie potenciálne nových génov, variantov a fenotypov, determinovanie populačne špecifického genetického pozadia pacientov s SR
- Biobanking vzoriek pre nadväzujúce projekty – biobanking krvi (vrátane izolovanej DNA, miRNA), likvoru, moču, stolice (zároveň izolácia DNA črevného mikrobiómu), biopsie kože (z proximálnych aj distálnych oblastí tela) a hrubého čreva (colon ascendens a sigma)

### Dosiahnuté výsledky

V štúdii je v našich kohortách PARCAS, PDBIOM a CEGEMOD zaradených celkovo 420 pacientov s manifestnou Parkinsonovou chorobou, 64 pacientov s prodomálnou Parkinsonovou chorobou a cez 200 zdravých kontrol. V rámci projektu sme vybudovali rozsiahlu biobanku vzoriek zaradených pacientov, ktorá momentálne slúži ako báza pre viacero multilaterálnych spoluprác a projektov zameraných na proteomické analýzy (UCL London), analýzu a-synukleín seeding assay neuron-derived patologického alfa-synukleínu v extracelulárnych vezikulách z krvi ako aj genomických analýz v rámci International RBD Genomics Consortium, kožné fibroblasty sú využívané v spolupráci s Neuroimunologickým ústavom SAV za účelom analýzy markerov neurodegenerácie a senescencie vo fibroblast-derived

### zodpovedný riešiteľ

doc. MUDr. Škorvánek Matej, PhD.

### riešiteľská organizácia

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach

– Lekárska fakulta

### termín riešenia

07/2019 - 06/2023

### finančné prostriedky z APVV

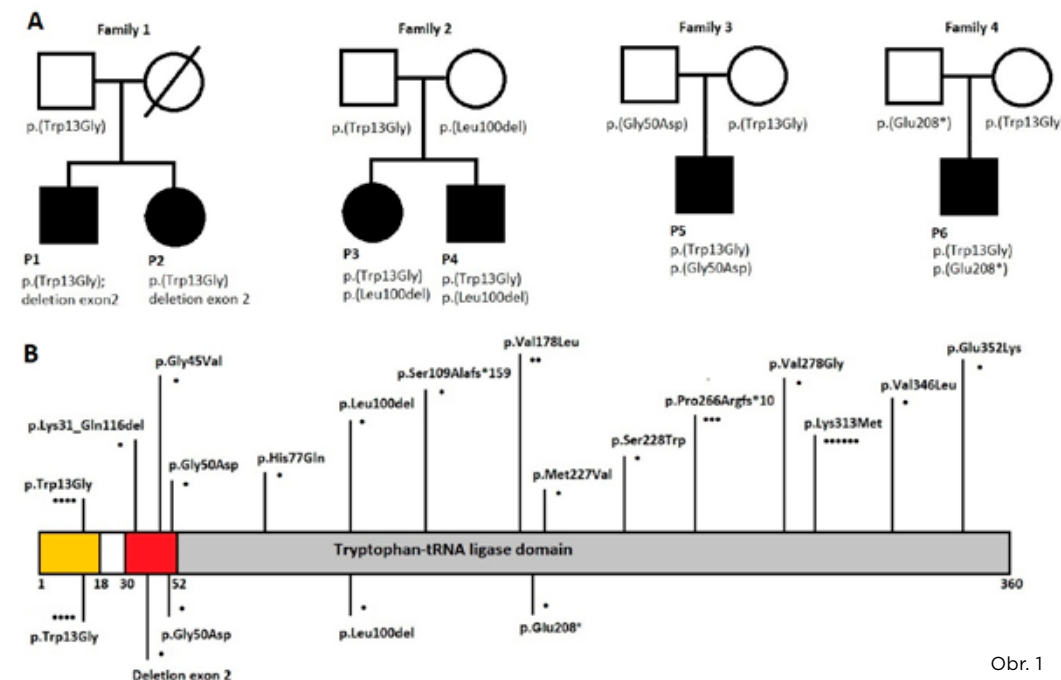
249 995€

### číslo projektu

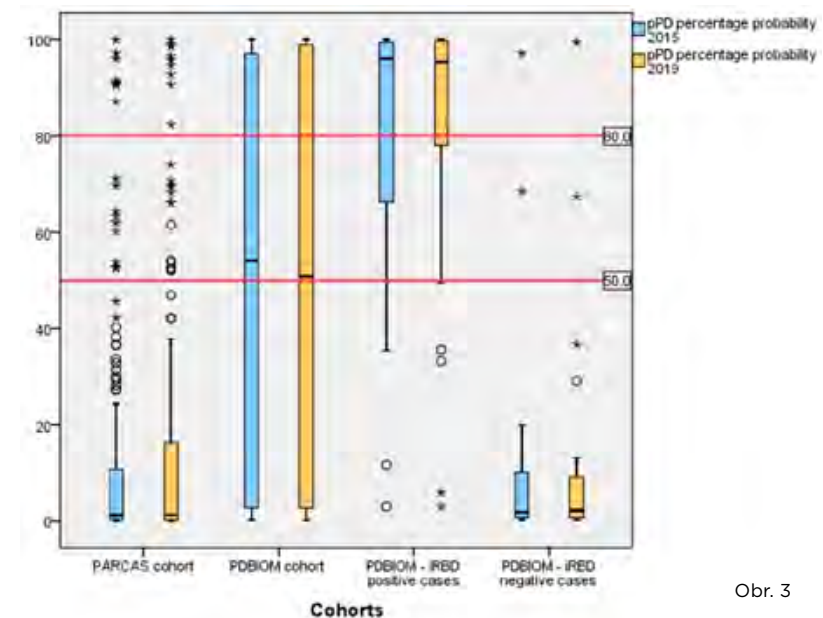
APVV-18-0547

### Prínos pre prax

Sumárne naše výsledky prispeli k zlepšenému poznaniu diagnostiky a skrínungu prodomálnej Parkinsonovej choroby, genetického pozadia parkinsonizmu ako aj príbuzných extrapyramidových ochorení, najmä dystónií. Identifikovali sme 2 nové genetické humánne ochorenia a rozšírili fenotypové spektrum viacerých už známych genetických ochorení. Publikovali sme viacero predikčných klinických algoritmov pre genetické testovanie pacientov s extrapyramidovými ochoreniami.

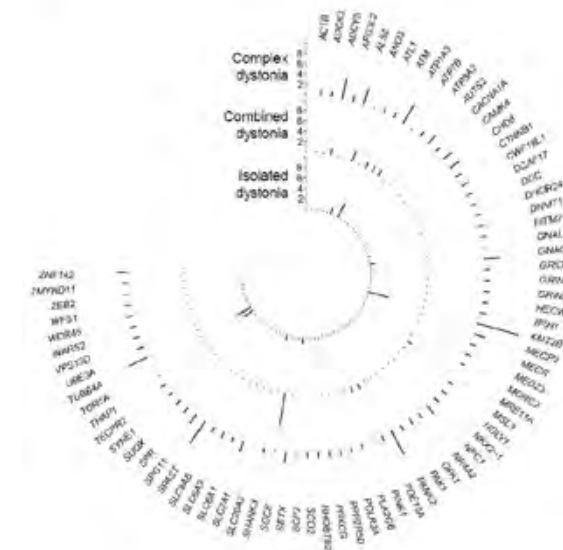


Obr. 1

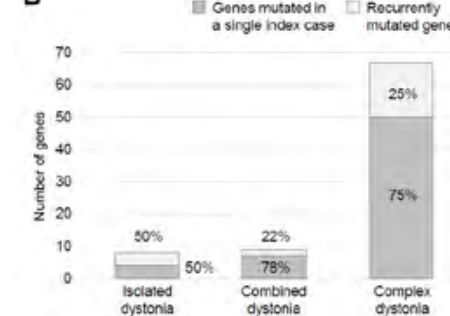


Obr. 3

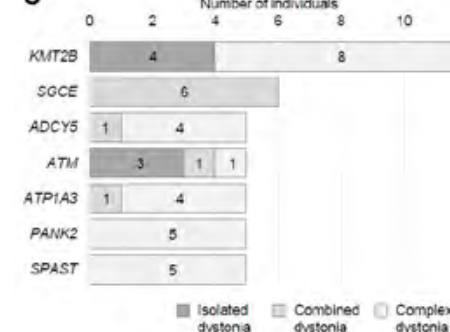
### A



### B



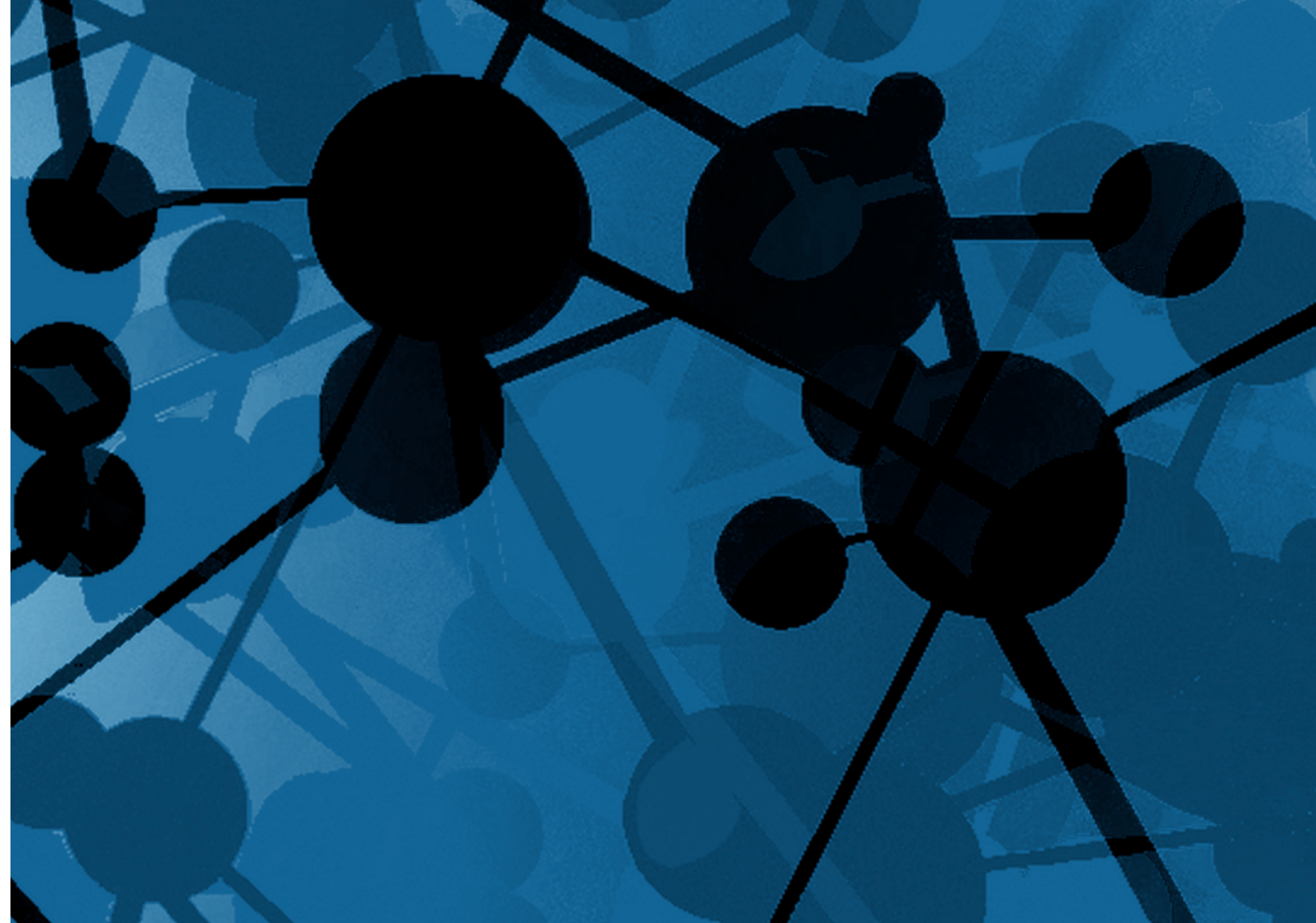
### C



Obr. 2



# PÔDOHOSPO- DÁRSKE VEDY





## Interaktívne vplyvy stromovej kompetície, škodcov, klímy a manažmentu na pokalamitný vývoj lesa

### Predmet výskumu

Medzi najzávažnejšie témy v oblasti životného prostredia patria problematiky: a) dopadov klimatickej zmeny a jej inherentných javov, b) zachovania biodiverzity v rôznych prírodných spoločenstvách. Obidva okruhy sa podstatnou mierou týkajú lesných ekosystémov. Trvalú udržateľnosť biodiverzity, resp. ekosystémových služieb vrátane sekvestrácie uhlíka v lesných ekosystémoch narušajú disturbančné javy. Preto sme sa sústredili na výskum pokalamitného vývoja lesných porastov a možností jeho regulácie. Sledovali sme najmä produkčno-ekologické procesy, vrátane limitujúcich faktorov (Obr. 1).

### Ciele projektu

Hlavné ciele projektu boli:

- zistiť zásobu, produkciu a druhovú diverzitu pokalamitnej vegetácie, resp. kvantifikovať podiel jednotlivých druhov na zásobe biomasy (uhlíka),
- kvantifikovať vplyvy vnútro-porastovej stromovej konkurencie (Obr. 2) na produkciu a druhové zloženie lesa v iniciálnych rastových fázach,
- odhadnúť vzťah medzi kvantitou drevinovej zložky a prízemnej vegetácie, ako aj vývoj tejto interakcie v časovom slede,
- na územiach postihnutých disturbanciami sledovať interakcie medzi lesnými drevinami, prízemnou vegetáciou a prežúvavou raticovou zverou,
- kvantifikovať vplyv škodlivého hmyzu na prežívanie mladých jedincov drevín,
- porovnať vplyv lesného manažmentu (nespracovaná verzus spracovaná kalamitná hmota, resp. prirodzená obnova verzus umelá obnova atď.) na vývoj lesných drevín a prízemnej vegetácie,
- rámcovo navrhnuť postupy lesníckeho a poľovníckeho manažmentu na územiach po veľkoplošných disturbanciách.

### Dosiahnuté výsledky

Výrazný pokrok sme zaznamenali v oblasti sledovania interakcií medzi prežúvavou raticovou zverou a mladými lesnými porastami (Obr. 3). Vytvorili sa nové modely pre odhad kvantít biomasy pre vybrané druhy listnatých drevín z hľadiska potravinovej atraktivity pre zver. Modely sú vhodným nástrojom jednak na odhad celkového potravinového potenciálu, ako aj pre kvantifikáciu reálne skonzumovanej biomasy zverou. Navrhujeme, aby sa pri plecích ruboch neodstraňovali mäkké listnáče jednorazovo, ale počas viacerých opakovaných zásahov. Z týchto drevín treba najdlhšie ponechávať jarabinu vtáčiu (Obr. 4).

Analýza na pokalamitnom území dokázala, že prítomnosť nespracovanej drevnej hmoty (Obr. 5) znížila intenzitu poškodenia mladých lesných porastov zverou. Na druhej strane, ponechané ležiace drevo v období približne prvých 10-15 rokov nevytvára vhodné médium pre obnovu lesa, ale znižuje disponibilný priestor. Najlepší by mal byť kombinovaný pokalamitný manažment, tzn. pomiestne spracovanie ležaniny. Takto by sa rozdielovali (výškovo a druhovo) lesné komplexy a získali lepšiu odolnosť proti škodlivým činiteľom. Nové poznatky týkajúce sa možností rôznych spôsobov boja proti hmyzím škodcom (tvrdôňom či lykokazom) naznačili, že je perspektívne využitie huby *Beauveria bassiana*. Táto sa môže do lesného prostredia vnášať na jednoduchých (prírodných) médiách. Dôležité je načasovanie a správne umiestnenie médií.

Priekopnícke sú poznatky o produkčno-ekologických procesoch v mladých lesných porastoch. Napríklad sme zistili výrazné rozdiely v alokácii biomasy medzi bukom a smrekom v mladých štádiách. Najväčší medzidruhový rozdiel v štruktúre zásoby biomasy (t.j. rozdelenie biomasy medzi stromové komponenty) bol v podiele asimilačných orgánov. Väčší bol pri smreku než buku, v dôsledku medzidruhovej retencie častí ihlíc, ako aj nižšej rastovej efektívnosti asimilačných orgánov smreka. Buk preukázal vysokú vnútro-porastovú ekologickú plasticitu.

V rámci medzidruhových kompetičných vzťahov sa v iniciálnom vývoji potvrdila rýchla expanzia biomasy drevín a pokles prízemnej vegetácie. Sukcesia v podobe zvyšovania podielu

### zodpovedný riešiteľ

doc. Ing. Konôpka Bohdan, PhD.

### riešiteľská organizácia

Národné lesnícke centrum

### termín riešenia

07/2019 – 06/2023

### finančné prostriedky z APVV

249 998 €

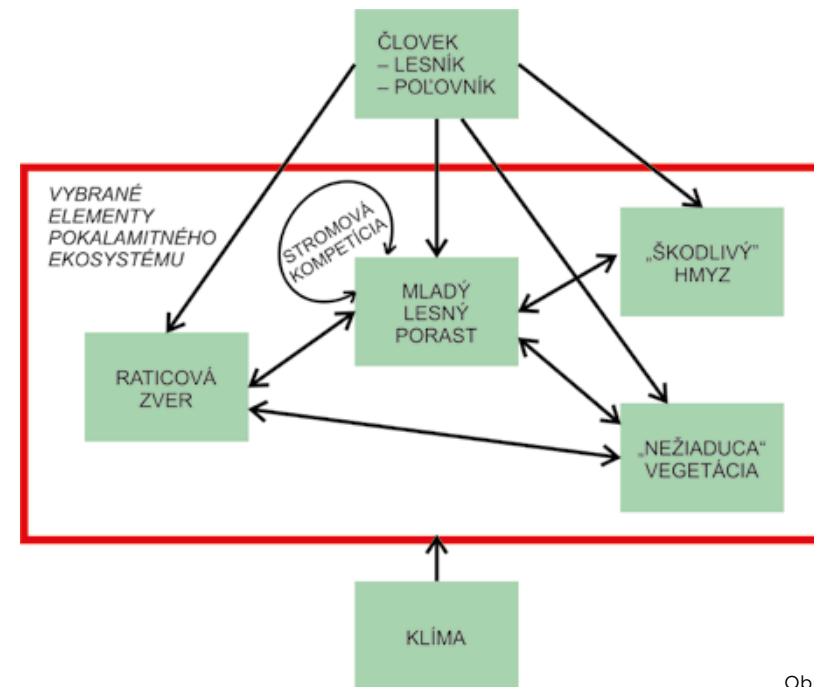
### číslo projektu

APVV-18-0086

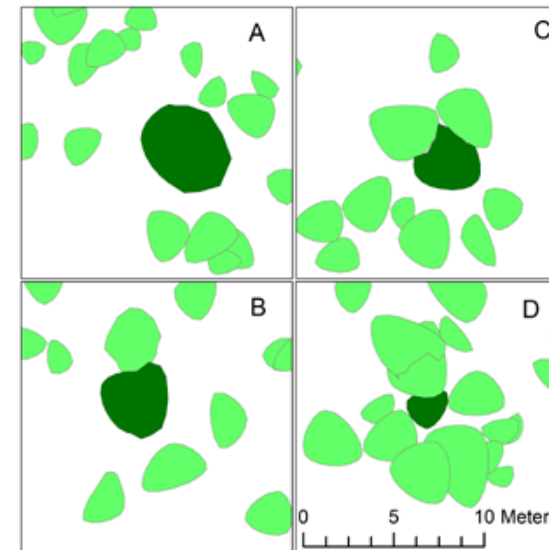
drevinovej zložky na úkor prízemnej vegetácie prináša stabilizáciu uhlíka viazaného v biomase. Negatívna tendencia bola v pokles druhovej diverzity prízemnej vegetácie.

### Prínos pre prax

V rámci riešenia úloh projektu, ktorý bol v kategórii základného výskumu, sa získalo množstvo teoretických poznatkov. Tieto by mali vyústiť do aplikačnej sféry, najmä do oblasti ochrany a pestovania lesa, resp. poľovníckeho manažmentu. Navrhli sme princípy pokalamitného manažment, systému obnovy lesa, ochrany drevín pred škodlivými činiteľmi a spôsobov úpravy drevinového zloženia prostredníctvom plecích rubov. V poľovníckom manažmente navrhujeme výrazné znižovanie populačnej hustoty prežúvavej raticovej zveri, najmä jelenej. Zároveň treba zlepšiť jej vekovú a pohlavnú štruktúru.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



## Toxické a esenciálne prvky v mlieku a mliečných výrobkoch: zdroje, koncentrácie a význam pre zdravie človeka

### Predmet výskumu

Projekt sa zaoberá výskytom toxických a esenciálnych prvkov v mlieku a mliečných výrobkoch prežúvavcov z rôznych oblastí Slovenska podľa environmentálneho zaťaženia. Identifikácia hlavných zdrojov kontaminácie prostredia a prvovýroby v procese transportu prostredie-zviera-produkt-človek je aktuálny problém zabezpečenia kvality a zdravotnej bezpečnosti živočíšnych produktov na báze mlieka. Vzhľadom na zdravotné dôsledky nižšieho príjmu jódu je možnosť fortifikácie mlieka jódom prirodzených riešením tohto problému. Mliečna žľaza a mechanizmy transferu prvkov do mlieka môžu významne ovplyvniť konečnú koncentráciu prvkov v mlieku a produktoch z neho. Konečným ukazovateľom vhodnosti konzumácie mliečných produktov je odhad rizika príjmu toxických prvkov z produktov najmä zo zaťaženého prostredia, ako aj vyjadrenie pokrytia dennej potreby príjmu esenciálnych prvkov, a to najmä rizikovými skupinami populácie, ako sú deti predškolského veku a tehotné i dojčiace ženy.

### Ciele projektu

Ciele projektu odrážajú potrebu sledovania skutočného stavu toxických a esenciálnych prvkov v mlieku a mliečných výrobkoch produkovaných na Slovensku z fariem a obchodnej siete vo vzťahu ku kvalite živočíšnych produktov prežúvavcov z hľadiska výživy človeka, ich výskyt v mlieku a mliečných produktoch kráv, oviec a kôz, ale aj podiel mliečnej žľazy na ich transfere do mlieka a mliečných produktov. Významným cieľom projektu je zistiť stav jódu v mlieku a mliečných výrobkoch, vplyv jeho prídavku do krmiva a následnej konzumácie tohto mlieka a mliečných výrobkov obohatených o jód u vybranej skupiny ľudí na stav jódu v ich organizme a iné ukazovatele zdravia v klinických štúdiách. Neoddeliteľnou súčasťou projektu je zámer objektívne vyjadriť riziko konzumácie mlieka a mliečných produktov na zdravie človeka a tiež prínos na celkovom príjme esenciálnych prvkov pre jednotlivé vekové kategórie človeka.

### Dosiahnuté výsledky

Analýzy mlieka a mliečných produktov kráv, oviec a kôz v 19 regiónoch Slovenska určujú pozitíva a riziká výskytu esenciálnych a toxických prvkov v mlieku a výrobkoch pochádzajúcich z fariem. Celkovo je kvalita produktov z fariem aj zo supermarketov na dobrej úrovni s absenciou vysokotoxických prvkov (Cd, Cr, prípadne Pb). Odhad rizika konzumácie mliečných produktov z hľadiska výskytu toxických prvkov ukázal, že neprispievajú alarmujúcim podielom na toxikologických referenčných hodnotách príjmu (TDI, PTWI, p-RfD) stanovených pre jednotlivé toxické prvky. Z esenciálnych prvkov sú v niektorých regiónoch veľmi uspokojivé až výborné koncentrácie niektorých významných esenciálnych prvkov (Ca, Mg, K, Zn, Se), ktoré významným podielom pokrývajú odporúčané výživové dávky u detí a kategórií populácie s ich najvyššou potrebou (dojčiace ženy a pod.). Zistili sa však vyššie koncentrácie Cd, Al, Ba vo vnútorných orgánoch a v mliečnej žľaze oviec. V produktoch z obchodnej siete sa vyskytovali vyššie koncentrácie As, Cr, Ni a Pb, čo môže predstavovať potenciálne riziko pre konzumenta. Mlieko a mliečne produkty kráv, oviec aj kôz z fariem sú významným zdrojom jódu. Aj suplementácia jódu v krmive významne ovplyvnila jeho obsah v mlieku. Klinické štúdie u ľudí dokázali, že konzumácia mlieka a mliečných produktov prispela k príjmu jódu. Mliečna žľaza, najmä epitel a lúmen alveol, sa významne podieľajú na transporte toxických a esenciálnych prvkov do mlieka. Odhalilo sa množstvo interakcií medzi prvkami v mlieku a mliečnej žľaze, ktoré v prípade mutagénnych prvkov môžu zvyšovať riziko vzniku rakoviny.

### Prínos pre prax

V rámci 19 regiónov Slovenska sa komplexne zhodnotila situácia výskytu esenciálnych a toxických prvkov v mlieku a mliečných výrobkoch, čo prináša chovateľovi informácie, v akých oblastiach výživy a produkcie mliečných výrobkov sa vyskytujú pozitíva a nedostatky na konkrétnom mieste, regióne a farme na Slovensku. Výsledky sa uplatnia pri identifikácii prípadných zdrojov kontaminácie, ale aj overení správnej výživy zvierat, aj vzhľadom na systém

### zodpovedný riešiteľ

prof. Ing. Toman Róbert, PhD.

### riešiteľská organizácia

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

- Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov

### termín riešenia

07/2019 – 06/2023

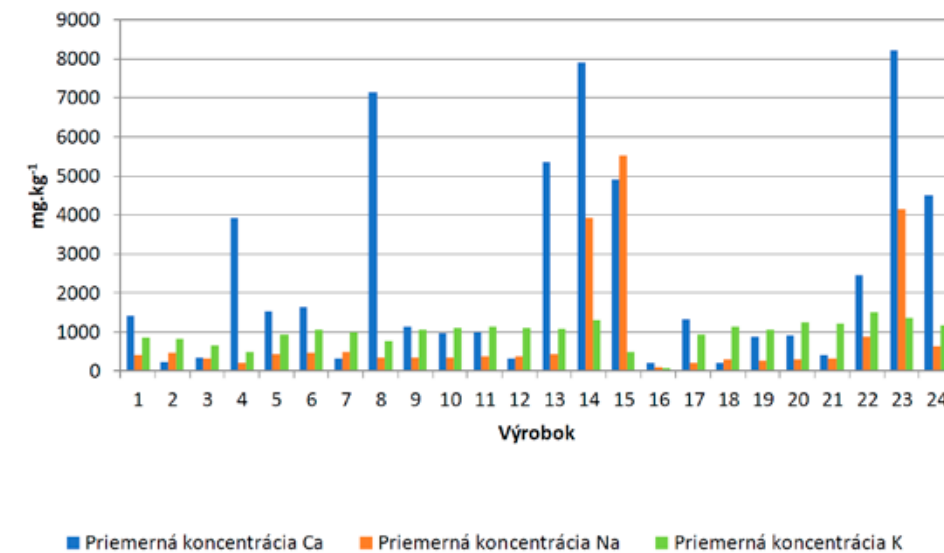
### finančné prostriedky z APVV

215 476 €

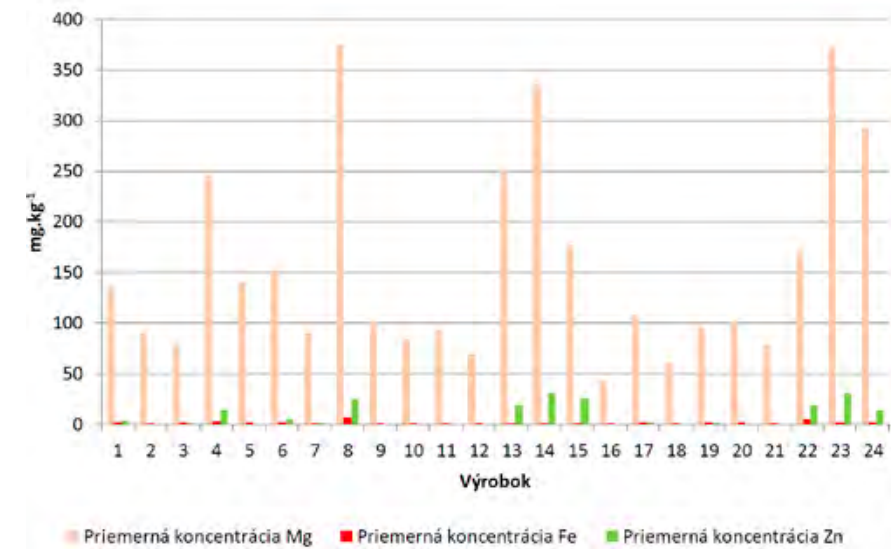
### číslo projektu

APVV-18-0227

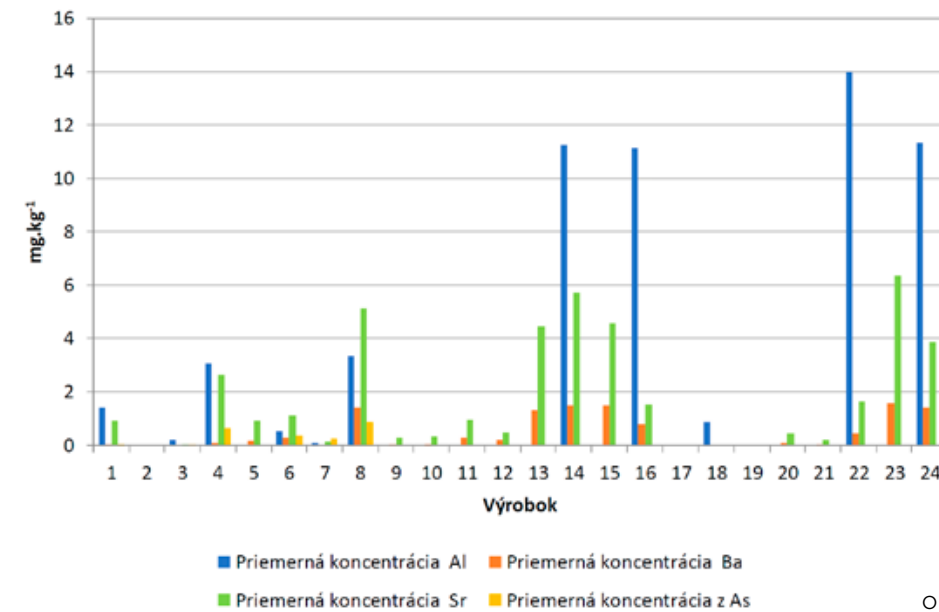
hospodárenia (ekologický, konvenčný). Výsledky klinických štúdií sú prínosom priamo v klinickej praxi a vo výžive skupín populácie, ktoré sú rizikové z hľadiska ochorení štítnej žľazy a kardiovaskulárnych ochorení. Uplatnenie výsledkov je aj pri tvorbe nutričných modelov primárnej a sekundárnej prevencie týchto ochorení predovšetkým u mladej populácie, ako aj výživového poradenstva. Výsledky sú využiteľné aj pri vypracovaní vedeckých stanovísk v rámci Vedeckého panelu EFSA – Kontaminanty v potravinovom reťazci.



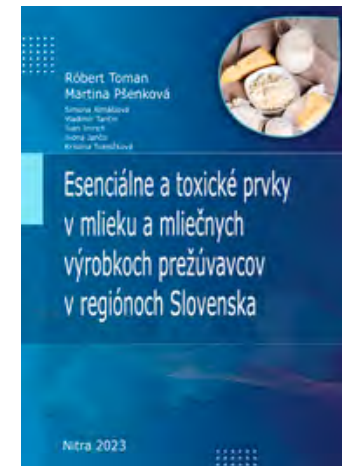
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Predmet výskumu

Úspešnosť oplodnenia u hospodárskych zvierat je pomerne vysoká, nie každé oplodnenie však vedie ku gravidite a pôrodu. Klesajúca schopnosť embryí vzniknutých po úspešnom oplodnení prežiť prvé dni vývinu predstavuje vážny problém v chovoch zvierat, ale i v ľudskej populácii. Na etiológii porúch skorého (preimplantačného) vývinu sa podieľajú rôzne endogénne a exogénne faktory. V našich predchádzajúcich štúdiách sme zdokumentovali negatívne pôsobenie materskej nadváhy a rôznych typov pesticídov, predovšetkým insekticídov. Hlavným cieľom projektu bolo študovať molekulárne mechanizmy porúch vyvolaných týmito faktormi na myšacom modeli.

Ciele projektu

Skúmali sme mechanizmy, ktorými špecifické bioaktívne molekuly pochádzajúce z materského organizmu (inzulín a adiponektín ako potenciálne mediátory vplyvu materskej obezity na skoré embryo) alebo z vonkajšieho prostredia (celosvetovo používaný neurotoxický insekticíd fironil, blokátor iónového kanála GABA-A receptora) ovplyvňujú preimplantačný vývin. Súbežne sme vyšetrovali efektívnosť základných reparačných mechanizmov v skorých embryách, predovšetkým schopnosť eliminovať poškodené bunky fagocytózou a reparovať poškodenú DNA prostredníctvom aktívacie reparačných proteínov.

Dosiahnuté výsledky

Výsledky štúdie uskutočnenej na obéznych myšiach získaných pomocou dvojgeneračného modelu ukázali, že keď sa eliminujú negatívne účinky hormonálnej stimulácie, starnutia a konzumácie vysoko-tukovej diéty, obezitou vyvolané zmeny v kvalitatívnych parametroch zreých oocytov nemusia byť nevyhnutne spojené s poruchou oplodnenia. Blastocysty získané z oplodnených oocytov však vykazovali zvýšený výskyt apoptotickej bunkovej smrti, zmeny v gémovej expresii (signifikantné zvýšenie množstva transkriptov inzulínového receptora) a, ako ukázali testy *in vitro*, vznik

inzulínovej rezistencie. Takého zmeny môžu mať negatívny dopad na zdravie donoseného potomstva. Okrem toho sme dokázali, že v myších embryách pôsobí adiponektín ako hormonálny regulátor transportu glukózy, čo je obzvlášť dôležité v prípadoch so zníženou koncentráciou cirkulujúceho inzulínu (napr. u obéznych matiek trpiacich diabetes mellitus 1. typu). V ďalšej štúdii sme ako prví detegovali 14 transkriptov GABA receptora v ovulovaných oocytoch a 9 transkriptov GABA receptora v myších blastocystách. Výsledky *in vitro* testov ukázali, že kyselina gama-aminomaslová a syntetické ligandy pre GABA receptory môžu negatívne ovplyvniť vývin preimplantačných embryí prostredníctvom aktivácie receptorov GABA-A aj GABA-B. Výsledky našich experimentov prispeli aj k rozšíreniu poznatkov o základných fyziologických procesoch v skorých embryách. Dokázali sme, že intaktné embryonálne bunky v myších blastocystách môžu pôsobiť ako neprofesionálne fagocyty a disponujú všetkými mechanizmami potrebnými na rozpoznanie a pohltenie poškodených blastomér. V myších blastocystách je väčšina náhodne sa vyskytujúcich apoptotických buniek eliminovaná susednými embryonálnymi bunkami. Ako ukázali *in vitro* testy, neprofesionálne embryonálne fagocyty dokonca dokázali reagovať aj na zvýšený výskyt apoptózy indukovaný špecifickými induktormi. Tiež sme dokázali, že myšacia zygota dokáže tolerovať určitý stupeň indukovaného poškodenia DNA pred vstupom do S-fázy bunkového cyklu a pokračovať v embryogenéze. Tento jav však viedol k poruchám segregácie kondenzovaného chromatinu a k tvorbe mikrojadier.

Prínos pre prax

Na základe získaných výsledkov je možné definovať konkrétne zdravotné riziká v čase preimplantačného vývinu, tzn. v postpartálnom inseminačnom období u hospodárskych zvierat, v období párenia domácich, spoločenských a poľovných zvierat a v období prvého týždňa tehotenstva po *in vitro* oplodnení u žien. Informácie o mechanizmoch a dopadoch vplyvu materskej nadváhy (vysoké „body condition score“) a materskej intoxikácie insekticídmi (buď vo forme vysokých jednorazových dávok pri veterinárnej prevencii

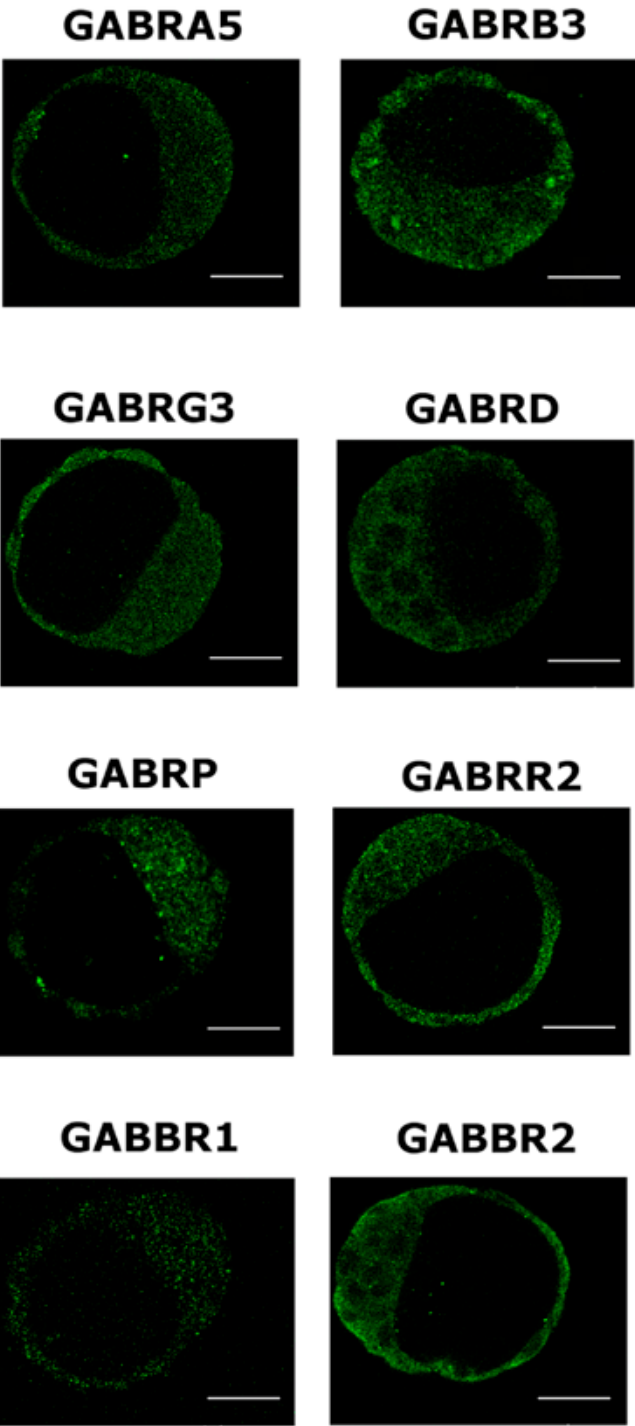
**zodpovedný riešiteľ**  
MVDr. Fabian Dušan, DrSc.  
**riešiteľská organizácia**  
Centrum biovied SAV, v. v. i.  
– Ústav fyziológie hospodárskych zvierat  
**termín riešenia**  
07/2019 – 06/2023  
**finančné prostriedky z APVV**  
224 672 €  
**číslo projektu**  
APVV-18-0389

a terapii parazitárnych ochorení alebo vo forme dlhodobo prijímaných nízkych dávok pri konzumácii obilia, zeleniny a ovocia kontaminovaného reziduami insekticídov) napomôžu pri zavádzaní preventívnych opatrení v rámci riadenia živočíšnej produkcie, s cieľom znížiť neustále narastajúci výskyt post-fertilizačnej neplodnosti. Ekonomické straty, ktoré sú dôsledkom tohto javu, je možné znížiť správnym manažmentom výživy a zdravia zvierat v období pred a po počatí.

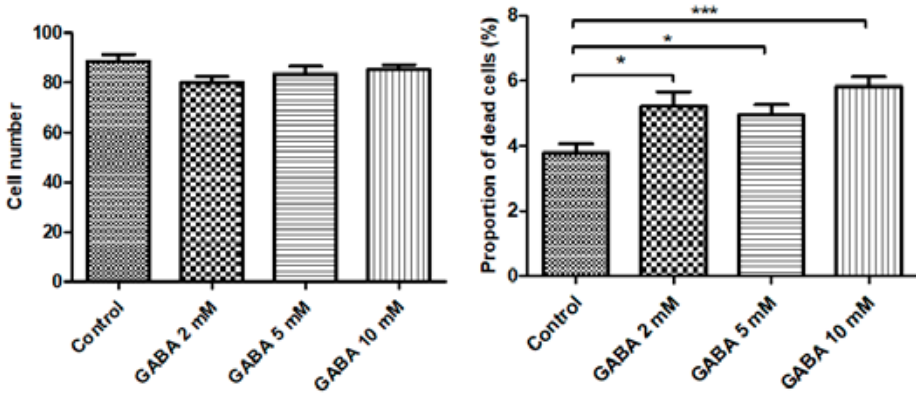
Obr. 1 / Expresia vybraných proteínov receptora pre kyselinu gama-aminomaslovú (GABA) v myšiacich blastocystách. Jednotlivé podjednotky receptora boli detegované imunofluorescenčným farbením (zelený signál).

Obr. 2 / Účinky GABA na počet buniek a podiel mŕtvych buniek v embryách. Myšacie preimplantačné embryá ošetrované GABA vykazovali mierne znížený počet buniek a významne zvýšený podiel mŕtvych buniek.

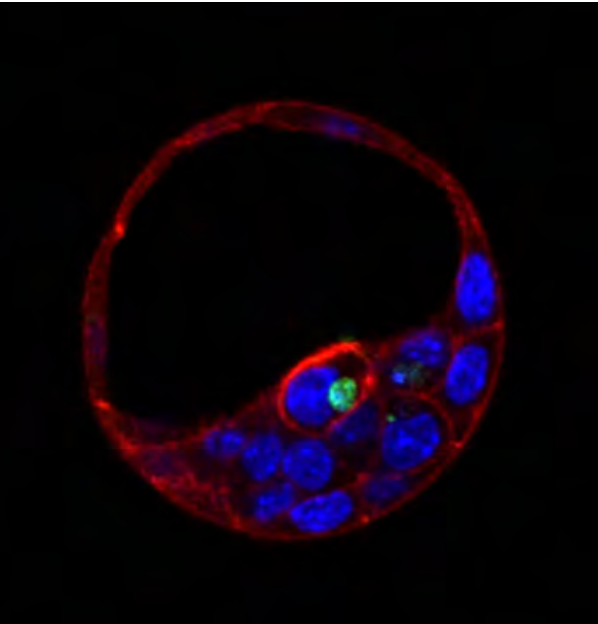
Obr. 3 / Fagocytóza umierajúcej (apoptickej) bunky neprofesionálnym fagocytom v myšacej blastocyste. Na vizualizáciu internalizácie bunky bola použitá kombinácia fluorescenčného farbenia plazmatických membrán (F-aktín, červená) a jadier (farbenie DNA, modrá) so značením TUNEL (zobrazuje apoptotické jadro s fragmentovanou DNA, zelená).



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



## Využitie progresívnych fenomických prístupov odhaľovania variability fotosyntetickej efektívnosti pre zvýšenie úrody pšenice vo fluktuálnych a stresových podmienkach prostredia

### Predmet výskumu

Objasnenie mechanizmov tolerancie plodín na environmen-tálne stresy súvisiace s klimatickými zmenami predstavuje aktuálnu výzvu, ktorej riešenie umožní cielenú tvorbu bio-logického materiálu v šľachtiteľskom procese s dopadom na produktivitu a kvalitu rastlinnej produkcie. Predmetom výskumu projektu bola aplikácia moderných fenomických prístupov a hodnotenia fyziologických a biochemických znakov v analýzach regulačných mechanizmov pri odhaľovaní variability fotosyntetickej efektívnosti pšenice v stresových podmienkach. Koncept projektu bol založený na úzkom metodickom prepojení moderných technologicky vyspelých prístupov fenotypovania s konvenčnými ekofyziologickými metódami zameranými na štúdium interakcií medzi geno-typom a prostredím

### Ciele projektu

Všeobecným cieľom projektu bolo štúdium mechanizmov tolerancie pšenice na suchu a vysokú teplotu pre udržanie fotosyntetickej aktivity a jej efektívnosti premietajúcej sa až do procesov tvorby úrody. Projekt bol rozpracovávaný s cieľom poskytnúť efektívne kritériá pre hodnotenie a skríning genetických zdrojov obilnín tolerantných na suchu a vysokú teplotu v extrémnych klimatických podmienkach, s ohľadom na ich produkciu a kvalitu. Špecifické ciele boli zamerané na experimentálne štúdium regulačných a adaptačných procesov vo fotosyntetickom aparáte fenotypovo kontrastných genotypov pšenice v reakciách na dynamicky sa meniace podmienky prostredia, s dôrazom na fotochemickú efektív-nosť, ako aj úlohu regulačných a protektívnych mechanizmov disipácie nadbytku energie vo fotosystémoch. Cieľom bolo aj kvantifikovať fenotyp genetických zdrojov pšenice využitím nedeštruktúrnych ekofyziologických prístupov a pokročilých zobrazovacích techník a študovať ochrannú úlohu osmo-a foto-protektantov pre udržanie funkčnosti mechanizmu fotosyntézy rastlín v dynamicky sa meniacich podmienkach prostredia.

### Dosiahnuté výsledky

V rámci riešenia projektu boli realizované experimenty na kolekciiach genotypov, ktoré umožnili vytvoriť databázy fenotypových, fyziologických a biochemických ukazovate-ľov reakcií genotypov na stresové podmienky prostredia. Podrobné mechanistické analýzy ukázali, že nestomatická limitácia fotosyntézy sa odráža v zmenách vo fotochémií fotosyntézy. Naše výsledky ilustrujú dôležitosť alternatívnych tokov elektrónov na elimináciu excitačného tlaku v elektró-novom transportnom reťazci v chloroplastoch, pričom boli identifikované súvisiace kritériá identifikujúce citlivosť a tole-ranciu genotypov k následnému fotooxidačnému poškodeniu fotosyntetických štruktúr v listoch. Pre tento účel boli experimentálne využité aj fotosyntetické mutanty pšenice a genotypy s rôznou úrovňou ploidie. V poľných a nádo-bových vegetačných experimentoch na väčších kolekciiach genotypov boli získané výsledky testovania neinváznych metód v podmienkach sucha vysokej teploty, bola porovnaná využiteľnosť rýchlych skríningových techník, pričom boli identifikované efektívne parametre založené predovšet-kým na metódach spektrálnej reflektancie a fluorescencie chlorofylu. Výsledky samostatných experimentov potvrdili aj využiteľnosť metód hodnotenia parametrov súvisiacich s vodným režimom, ako sú analýzy kutikulárnej transpirácie genotypov a akumulácia osmoprotektantov. Popri klasických metódach popisu znakov a vlastností rastliny sme aplikovali moderné vysokovýkonné metódy automatizovaného feno-tyfovania rastlín pomocou RGB, hyperspektrálnych a fluo-rescenčných zobrazovacích senzorov, s následnou analýzou obrazu a automatizovanou kvantifikáciou znakov. Tento prístup nám umožnil hodnotiť veľký počet štruktúrálnych a funkčných znakov celistvých rastlín a ich kvantitatívne porovnanie s dátami analyzovanými konvenčným spôsobom.

### Prínos pre prax

Riešenie projektu prinieslo originálne výsledky pri vyu-žití fenomických prístupov odhaľovania príčin variability fotosyntetickej efektívnosti pre zvýšenie úrody pšenice. Efektívne a cielené využívanie parametrov odvodených od

### zodpovedný riešiteľ

prof. Ing. Brestič Marian, CSc.

### riešiteľská organizácia

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
- Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov

### termín riešenia

07/2019 – 06/2023

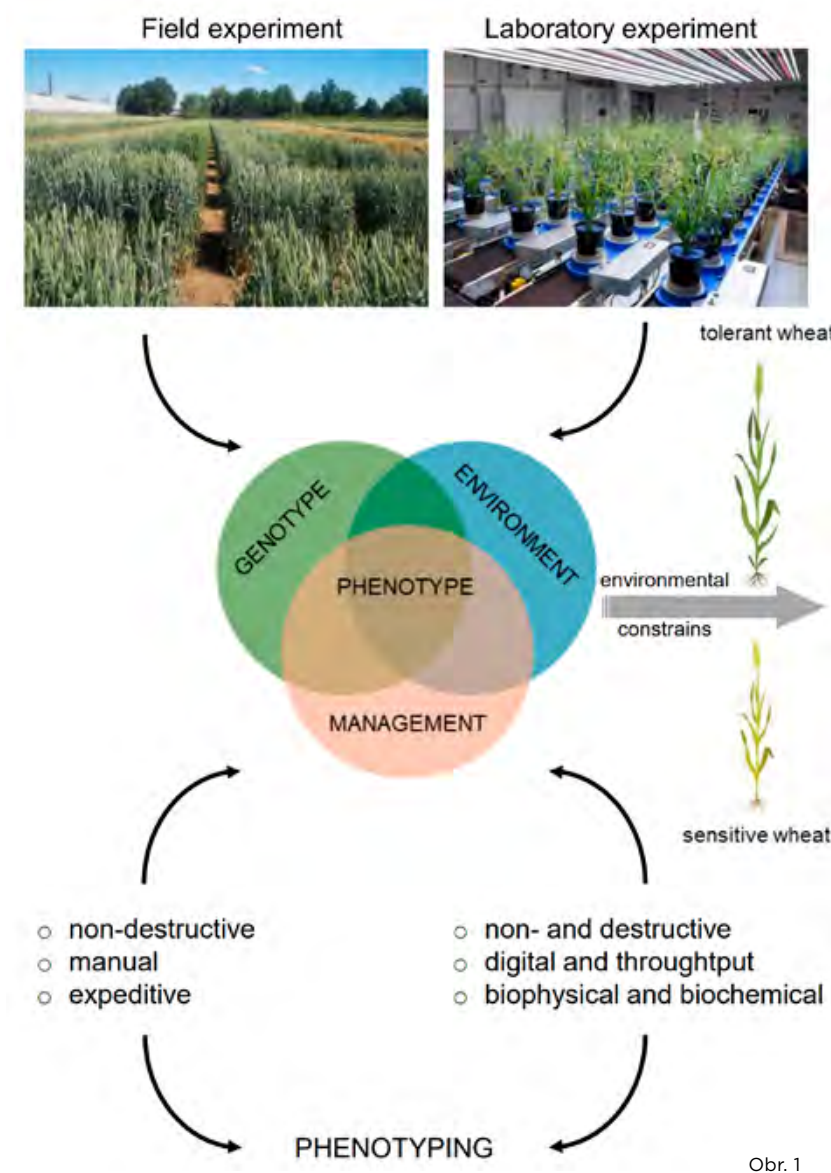
### finančné prostriedky z APVV

249 450 €

### číslo projektu

APVV-18-0465

neinváznych meraní, vrátane automatizovaného fenotypo-vania, môže významne prispieť k poznaniu vlastností gene-tických zdrojov zaradených do šľachtenia, alebo aj výskumu tolerancie na environmentálne stresy. Navrhované prístupy ponúkajú lepšie porozumenie fungovania rastlín a budú generovať nové aplikácie využiteľné v šľachtení na vyššiu odolnosť k podmienkam prostredia, čo je významné najmä v kontexte prehlbujúcich sa zmien klímy. Výsledky budú tiež aplikovateľné pre funkčný popis genetických zdrojov plodín v kolekciiach génových bánk.



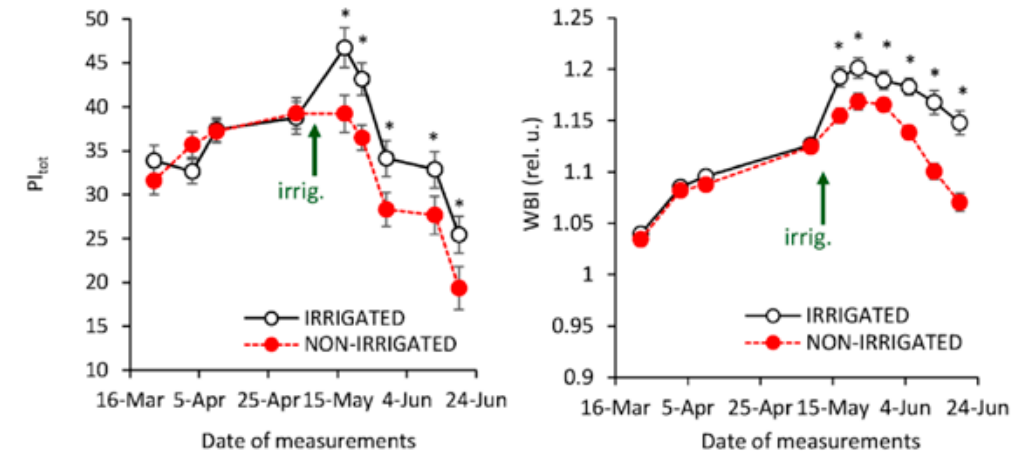
Obr. 1

Obr. 1 / Schematické znázornenie konceptu reali-zácie projektu a jeho kľúčových prvkov.

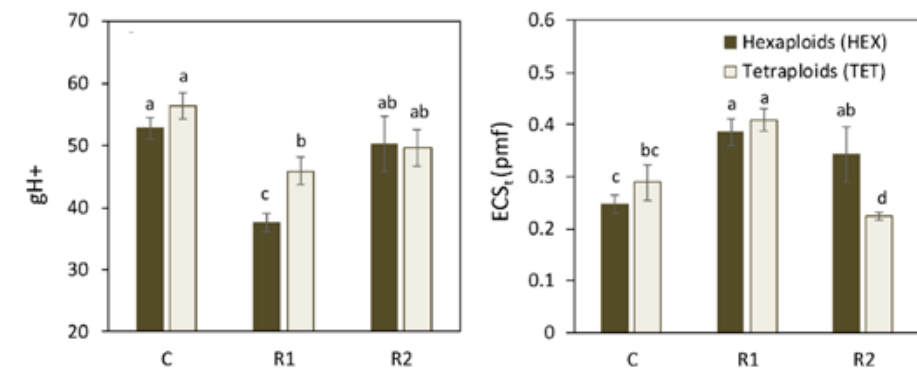
Obr. 2 / Trendy ukazovateľov stavu rastliny a porastu meraných technikami fluorescencie (parameter Pitot) a spektrálnej reflektancie (parameter WBI) v poľnom pokuse počas jarnej vegetačnej sezóny pšenice. DOI: 10.3390/agronomy10091275

Obr. 3 / Výsledky analýzy ECS signálu (parameter gH+ a ECSt) zaznamenané v dvoch skupinách genotypov pšenice (hexaploidné a tetraploidné) pri porovnaní nestresovaných rastlín a rastlín bez-prostredne po odznení teplotného stresu R1) a po niekoľkodňovej regenerácii (R2). DOI: 10.1007/s11120-020-00812-0

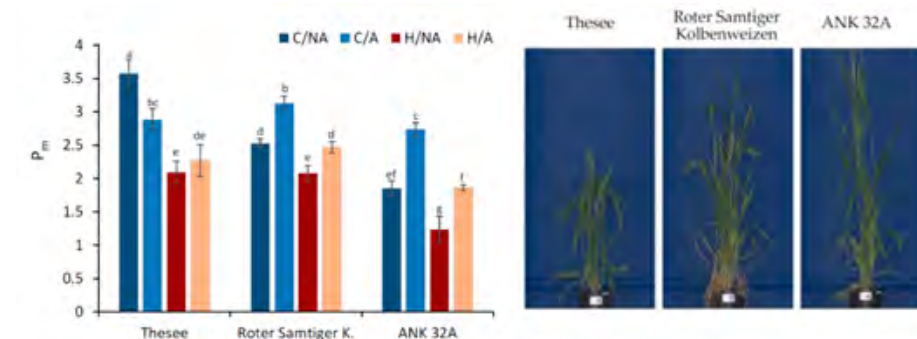
Obr. 4 / Porovnanie reakcií genotypov pšenice akli-movaných (A) a neaklimovaných (NA) na vysokú teplotu vyjadrených veľkosťou amplitúdy signálu aktívnych jednotiek fotosystému I (parameter Pm ) (H) v porovnaní s kontrolou (C). Vpravo sú zobrazené RGB snímka fenotypu sledovaných genotypov získané automatizovaným fenotypo-vacím systémom. DOI: 10.3390/plants11050616



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



## Komplexný monitoring a hodnotenie environmentálnych rizík výskytu PCB a kontaminantov ortuti v oblasti Zemplína (Slovensko), jedného z najviac ekologicky ohrozených území Európy

### Predmet výskumu

Znečistenie životného prostredia je jedným z najväčších problémov priamo ohrozujúcich život a budúci vývoj ľudskej civilizácie. Najzávažnejšími spomedzi polutantov sú polychlórované bifenyly (PCB) a vysokotoxické ťažké kovy, ktoré sa kumulujú a dlhodobo pretrvávajú vo vodnom ekosystéme, vrátane rastlín, bezstavovcov a živočíchov. Projekt riešil problémy ekologickej parazitológie súvisiace so znečistením vodného prostredia na Zemplíne, patriacej k najviac ľudskou činnosťou znečisteným oblastiam nielen na Slovensku, ale aj v celosvetovom meradle. V dôležitých komponentoch znečistenej vodnej nádrže a jej okolia boli zisťované koncentrácie PCB zlúčenín a ortuti pomocou nového interdisciplinárneho prístupu, ktorý zahŕňala štandardné metódy detekcie znečisťujúcich látok v kombinácii s použitím bioindikátorov a molekulárnej cytogenetiky.

### Ciele projektu

Hlavným zámerom projektu bolo riešenie dôležitého environmentálneho problému, znečistenia vodnej nádrže Zemplínska Šírava, patriacej k najviac ľudskou činnosťou znečisteným oblastiam na Slovensku. Cieľom bolo uskutočniť prvý komplexný monitoring polychlórovaných bifenylov a ortuti pomocou štandardných fyzikálnych a chemických metód, ako aj nepriamych indikačných postupov s využitím rýb a parazitických organizmov ako bioindikátorov. Zvláštna pozornosť bola venovaná aj sledovaniu priestorového rozšírenia PCB zlúčenín do priľahlých riek Laborec a Bodrog a na vybraných lokalitách Chránenej krajiny oblasti Latorica.

### Dosiahnuté výsledky

Na analýzu polychlórovaných bifenylov boli použité hospodársky významné druhy rýb (kapor, pleskáč, sumec) pochádzajúce z vodnej nádrže Zemplínska Šírava a z priľahlých oblastí povodia Bodrogu (rieky Laborec, Latorica a Bodrog). Množstvá PCB boli analyzované v rôznych orgánoch rýb, ako aj v tkanivách črevných parazitov *Caryophyllaeus laticeps* a *Glanitaenia osculata*. V týchto modelových

parazito-hostiteľských systémoch črevný parazit – ryba, boli vysoké hodnoty PCB namerané v orgánoch rýb, čo poukazuje na pretrvávajúcu nevhodnosť konzumácie rýb z týchto lokalít. Okrem toho, prvýkrát bola zistená schopnosť pásomníc akumulovať významne vyššie (až 200-násobne) množstvá PCB v porovnaní s orgánmi rýb. Vzhľadom na skutočnosť, že pásomnice boli v porovnaní s orgánmi rýb citlivejšie na prítomnosť polutantov vo vodnom prostredí, mohli by byť využívané ako citlivé bioindikátory aj pri nižších hodnotách znečistenia.

Dôležité je zistenie, že hoci bola výroba PCB zakázaná pred takmer 40 rokmi, v pôde a vodných sedimentoch stále pretrvávajú vysoké množstvá týchto zlúčenín, ktoré sa odtiaľ, prostredníctvom vodných tokov, šíria ďalej do okolitého prostredia. Dôkazom toho je aj naša štúdia, kde sme zaznamenali prítomnosť PCB látok v rybách až 60 km od zdroja kontaminácie. Zo súčasných výsledkov vyplýva, že Chránená krajinná oblasť Latorica, ktorú tvorí unikátny súbor pôvodných lužných lesov a meandrov osídlených vzácnymi zástupcami vodných a močiarnych živočíšnych a rastlinných druhov, je taktiež značne ohrozená znečistením toxickými PCB látkami.

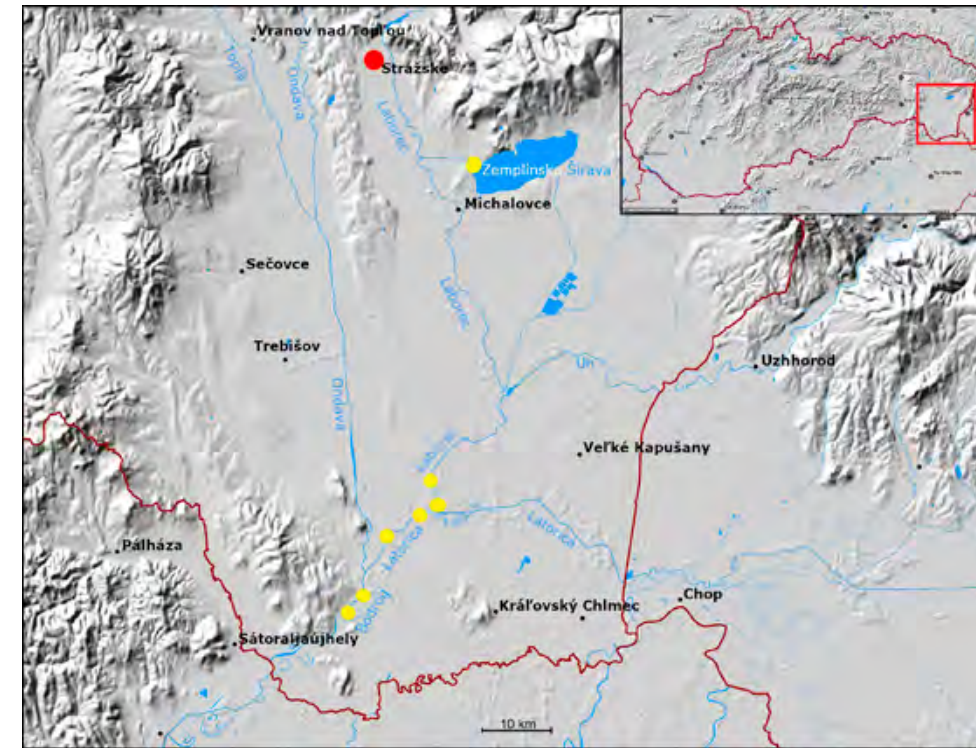
Na analýzu ťažkých kovov bolo z vodnej nádrže odobraných 16 vzoriek sedimentu, 3 vzorky šklábiok rybničných a 102 jedincov rýb patriacich k siedmym druhom. Najvyššie koncentrácie ortuti sa vyskytovali v sedimentoch, vo svalovine a v pečeni rýb. Maximálne povolené limity stanovené pre množstvo ortuti v rybom mäse bolo prekročené v dvoch prípadoch.

U parazitov bol pozorovaný aj zvýšený výskyt morfológických malformácií, chromozómových aberácií a bol zaznamenaný výskyt nadpočetných B chromozómov. Tieto výsledky naznačujú potenciálne využitie deformít u jednotlivých parazitických druhov ako ukazovateľov environmentálnej záťaže. Ichtyoparazitologický prieskum odhalil prvýkrát výskyt nepôvodného, ázijského druhu parazita *Khawia japonensis* u voľne žijúceho kapra rybničného na východnom Slovensku.

**zodpovedný riešiteľ**  
RNDr. Oros Mikuláš, PhD.  
**riešiteľská organizácia**  
Parazitologický ústav SAV, v. v. i.  
**termín riešenia**  
07/2019 – 06/2023  
**finančné prostriedky z APVV**  
249 454 €  
**číslo projektu**  
APVV-18-0467

### Prínos pre prax

Vzhľadom na enormnú akumulačnú kapacitu PCB zlúčenín črevnými parazitmi rýb sa výsledky výskumu uplatnia v monitoringu znečistenia životného prostredia, v ekotoxikologickom výskume a ekologickej parazitológii. Z veterinárneho a medicínskeho hľadiska sú významné zistenia vysokých hodnôt PCB zlúčenín vo svalovine dvoch hospodársky významných druhov rýb, kapra a sumca. Vzhľadom k tomu, že dlhodobá konzumácia kontaminovaného rybieho mäsa predstavuje pre zdravie človeka značné riziko, je nesmierne dôležité včasné stanovenie kontaminantov v prostredí. A preto sú naše zistenia jednoznačne nápomocné v prevencii negatívnych dopadov aj na ľudské zdravie.



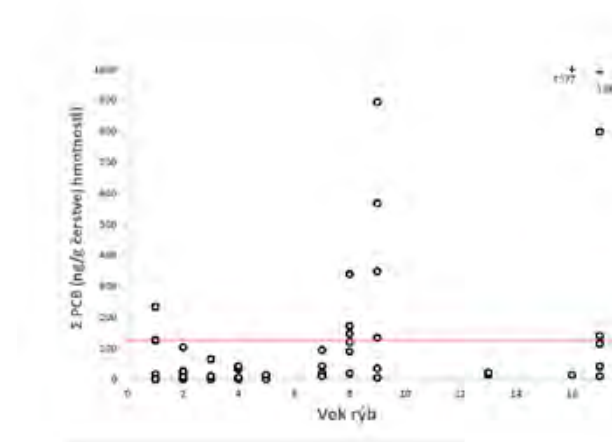
Obr. 1



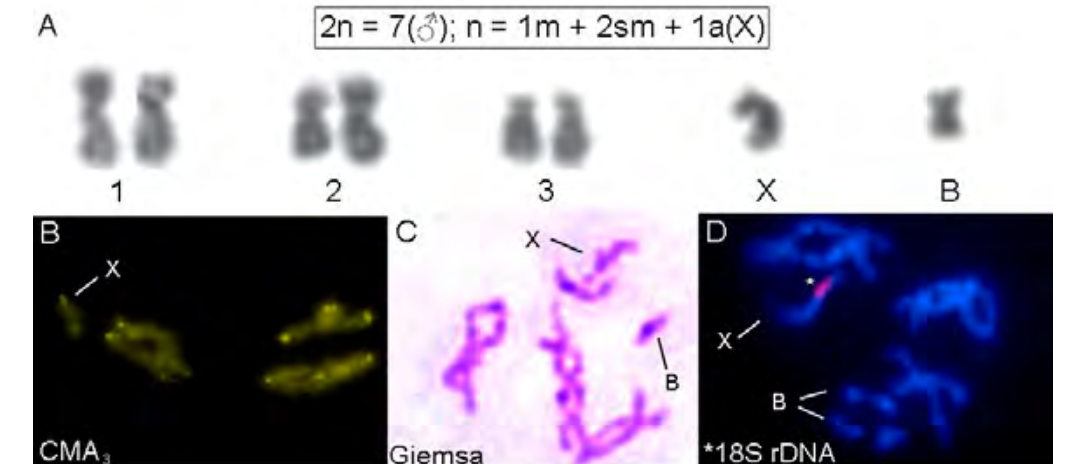
Obr. 2



Obr. 3



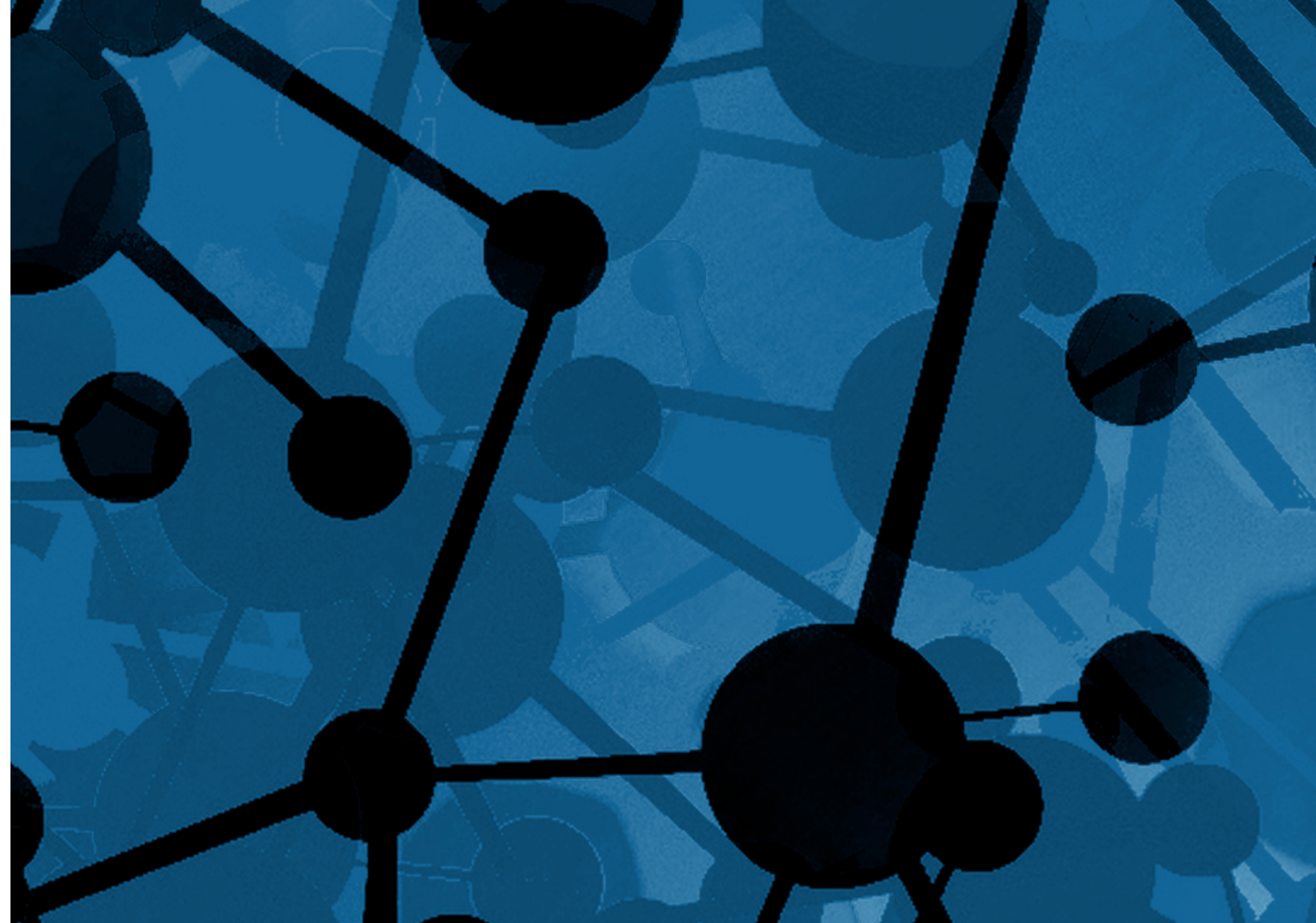
Obr. 4



Obr. 5



# SPOLOČENSKÉ VEDY





## Vyučovanie v školách druhej šance z perspektívy učiteľa a dospelého učiaceho sa

### Predmet výskumu

Kľúčové aspekty vyučovania v druhošancovom vzdelávaní dospelých bez vzdelania a so základným vzdelaním. Projekt reflektoval na nedostatok empirických zistení o podobách a kvalite vzdelávania dospelých s nízkym stupňom vzdelania a bez vzdelania v základnom a stredoškolskom vzdelávaní.

### Ciele projektu

Hlavným cieľom bola identifikácia kľúčových aspektov vyučovania dospelých v druhošancovom vzdelávaní na základných a stredných odborných školách z perspektívy učiteľa a dospelého učiaceho sa. Zámerom bola identifikácia aktuálneho stavu poznania a praxe v skúmanej oblasti, analýza požiadaviek na kompetencie učiteľov v druhošancovom vzdelávaní, identifikácia kľúčových aspektov vyučovania z pohľadu učiteľov a učiacich sa a vytvorenie teoretického modelu kompetencií učiteľa dospelých bez vzdelania a so základným vzdelaním.

### Dosiahnuté výsledky

V monografii *Druhošancové vzdelávanie v kontexte politik celoživotného vzdelávania a regionálneho rozvoja* (Pirohová, Lukáč, Lukáčová, 2020) sú systematizované poznatky o druhošancovom vzdelávaní z pohľadu aktuálnej legislatívy a dokumentov verejných politík. Zistenia z rozhovorov s učiteľmi sú zhrnuté v publikáciách *Chudoba vzdelávaniu nepraje*. *Vyučovanie v druhošancovom vzdelávaní z perspektívy učiteľa* (Šutáková, Pirohová, Ištvan, 2022) a v dvoch publikáciách z väzenského prostredia: *Vzdelávanie vo väzniciach. Pohľad učiteľov na formálne vzdelávanie odsúdených* (Lukáčová, Lukáč, 2022) a *Vzdelávanie vo väzniciach II. Dokončovanie základnej školy očami učiteľov* (Lukáčová, Lukáč, 2023). Okrem toho boli desiatky štúdií publikovaných v domácich i zahraničných časopisoch a v zborníkoch z viacerých domácich a zahraničných konferencií. V rámci riešenia projektu došlo k nadviazaniu spolupráce s viacerými domácimi verejnými inštitúciami. Členovia riešiteľského kolektívu boli prizvaní k spolupráci s Holy Cross College

(USA) pri príprave kapitoly o vzdelávaní vo väzniciach na Slovensku do medzinárodnej publikácie *Unlocking learning. International perspectives on education in prison* (McDevitt, M. Gellman, eds., 2024).

Najdôležitejšie zistenia z riešenia projektu je možné zoskupiť do týchto hlavných bodov:

- Chýbajúci systém druhošancového vzdelávania. Nie je prijatý koncept, nie sú samostatne vyčlenené schémy podpory, neexistuje sieť škôl druhej šance. Niektoré školy uplatňujú vybrané princípy druhej šance, ale skôr intuitívne, nie na základe vedecky doložených a v zahraničí uplatňovaných postupov. Problematická je dostupnosť informácií o ponuke druhošancového vzdelávania. Informácie nie sú ponúkané v jednotnej a prehľadnej forme, nedisponujú nimi aktéri, ktorí prichádzajú s nízkokvalifikovanými do kontaktu.
- Chýbajúca príprava učiteľov v profesijnom vzdelávaní pedagogických zamestnancov. Učitelia nie sú na Slovensku špecificky pripravovaní na vzdelávanie dospelých, hoci takéto vzdelávanie považujú za náročné a vykonávané na úkor vlastného voľného času. Dôležité je zistenie, že sa na výučbu dospelých necítia dostatočne pripravení ale zároveň aktívne nevyhľadávajú možnosti pre rozvoj týchto kompetencií.
- Chýbajúca metodická podpora. Chýbajúce metodické pokyny a absencia prípravy učiteľov sa prejavuje stratégiou prispôbovania prevažne selekciou a redukciou učiva s rizikom znižovania kvality výučby.
- Nedostatočná podpora učiacich sa. Neexistuje ucelený a premyslený systém podpory nízkokvalifikovaných učiacich sa a jej intenzita závisí od ich charakteristik a citlivosti školskej administratívy a učiteľov.

### Prínos pre prax

Výsledky upriamili pozornosť na potrebu systematickej prípravy učiteľov pre vzdelávanie dospelých, osobitne s nízkym alebo žiadnym vzdelaním. Odporúčania môžu slúžiť pre prax verejných politík v oblasti vzdelávania a služieb zamestnanosti ako východisko pre formovanie systémového

### zodpovedný riešiteľ

prof. PaedDr. Pasternáková Lenka, PhD., MBA

### riešiteľská organizácia

Prešovská univerzita v Prešove – Fakulta humanitných a prírodných vied

### spoluriešiteľská organizácia

Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre – Pedagogická fakulta

### termín riešenia

07/2019 – 06/2023

### finančné prostriedky z APVV

230 659 €

### číslo projektu

APVV-18-0018

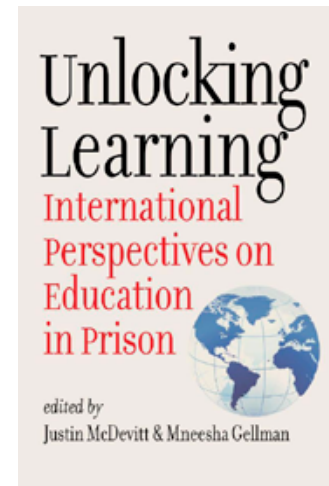
prístupu k vzdelávaniu najohrozenejších skupín dospelých s presahom na uplatnenie na trhu práce. Odporúčania sú smerované k praxi školských inštitúcií a orgánov štátnej správy a samosprávy so zámerom systémového a odborného posilnenia vzdelávania dospelých aj vzhľadom na predikované zmeny v skladbe študujúcich na stredných školách v súvislosti so zvyšujúcou sa mierou predčasného ukončenia školskej dochádzky a starnutím populácie.



Obr. 1



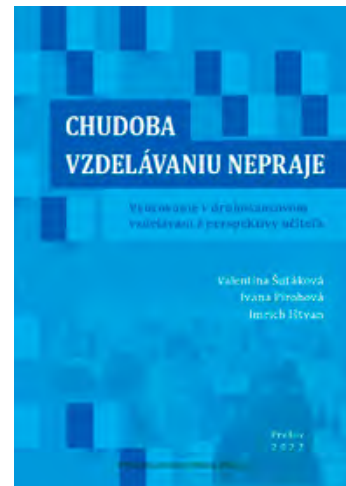
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5

Obr. 1 / BCN konferencia - riešitelia projektu na medzinárodnej konferencii v Barcelone.

Obr. 2 / Konferencia k druhošancovému vzdelávaniu na Prešovskej univerzite.

Obr. 3 / Cover zahraničnej kolektívnej monografie s kapitolou od riešiteľov projektu.

Obr. 4 / Cover monografie o druhošancovom vzdelávaní na Slovensku.

Obr. 5 / Cover monografie o pohľade učiteľov na druhošancové vzdelávanie.



## Generácia Z - nové výzvy dospelievania

### Predmet výskumu

Projekt identifikuje nosné formujúce vplyvy pôsobiace na psycho-sociálne a behaviorálne charakteristiky Generácie Z v uplynulom desaťročí, a to najmä vplyv nových technológií a zmien v sociálnom kontexte dospelievajúcich. Porozumenie týmto formujúcim vplyvom prispeje k vytváraniu efektívnejších preventívnych programov zamierených na upevňovanie zdravia adolescentov a predchádzanie rôznych neželaných javov.

### Ciele projektu

Cieľom projektu bolo preskúmať špecifiká dospelievania generácie Z s využitím štúdie Health Behaviour in School-Aged Children (HBSC), ale aj pomocou konzultácií s dospelievajúcimi a dospelými kľúčovými hráčmi.

### Dosiahnuté výsledky

Riešenie tohto projektu umožnilo preskúmať špecifiká dospelievania generácie Z kombináciou kvantitatívnych a kvalitatívnych metód s uplatnením participatívneho prístupu a multidisciplinárnej spolupráce. Kvalitatívne údaje (zber údajov 2020, 107 respondentov, 11 konzultácií, tri témy) nám umožnili hlbšie porozumieť skúsenostiam dospelievajúcich súvisiacich s transferom kultúrneho kapitálu, s osvojovaním zdravého životného štýlu a s využívaním digitálnych technológií. Konzultácie s dospelievajúcimi a dospelými (2021, cca 100 expertov, 25 online konzultácií) sme využili pri identifikácii kľúčových formujúcich vplyvov a kľúčových výskumných otázok, čo sme zohľadnili pri vývoji nových nástrojov aj pri príprave protokolu štúdie HBSC 2022 (zber údajov 2022, národne reprezentatívny súbor školákov vo veku 11-15 rokov, 94 škôl, 10142 respondentov). Prevalencie, rodové a vekové rozdiely vo viac ako 160 ukazovateľoch duševného zdravia, fyzického zdravia, so zdravím súvisiaceho správania a sociálneho kontextu, ale tiež zmeny v ukazovateľoch za posledných 12 rokov (2014/ 2018/ 2022), či výroky dospelievajúcich ilustrujúce dané témy boli spracované v monografii. Analýza kvantitatívnych údajov nám umožnila lepšie porozumieť ako

digitálne technológie, školské prostredie, spánok, fyzická aktivita či nepriaznivé okolnosti súvisia s ukazovateľmi zdravého vývinu dospelievajúcich.

Analyzované údaje sme využili pri príprave 36 vedeckých prác, ktoré boli publikované v zahraničných karentovaných časopisoch a zaznamenali temer 200 citačných ohlasov v databáze Web of Science.

### Prínos pre prax

Vychádzajúc zo štúdií realizovaných na národne reprezentatívnych vzorkách dospelievajúcich vo veku 11, 13 a 15 rokov boli spracované prevalencie, rodové a vekové rozdiely vo viac ako 160 ukazovateľoch duševného zdravia, fyzického zdravia, so zdravím súvisiaceho správania a sociálneho kontextu, ale tiež zmeny v ukazovateľoch za posledných 12 rokov (2014/ 2018/ 2022), či výroky dospelievajúcich ilustrujúce dané témy a tieto zistenia sú spracované v monografii, ktorá je verejne dostupná.

S využitím získaných poznatkov a na základe výpovedí dospelievajúcich sme pripravili krátky filmový dokument výpovedí dospelievajúcich vrátane anglických titulkov, ktorý bol spracovaný aj vo forme traileru.

V priebehu riešenia projektu sme sa zapojili do 8 vzdelávacích aktivít (semináre, webináre, podcasty, videoklipy) využívajúcich zistenia z riešeného projektu. S riešeným projektom súviselo 5 obhájených dizertačných, 30 diplomových a 11 bakalárskych prác.

V rámci popularizačných aktivít, boli zistenia riešeného projektu prezentované v 8 príspevkoch na zahraničných vedeckých konferenciách, skrze 16 aktívnych účastí na domácich odborných konferenciách a diskusiách, v 15 príspevkoch v audiovizuálnych médiách a pravidelnými príspevkami (cca 130) na webových platformách šírených aj cez sociálne siete. Výskumné zistenia boli prezentované v rámci série prednášok organizovaných Radou mládeže Košického kraja a v spolupráci s miestnou samosprávou a miestnymi organizáciami pôsobiacimi v oblasti mládeže, ale tiež sme realizovali sériu prednášok na tému "Kyberšikanovanie" pre žiakov ZŠ v súvislosti s Národným projektom Podpora ochrany detí pred

### zodpovedný riešiteľ

prof. Mgr. Madarasova Geckova Andrea, PhD.

### riešiteľská organizácia

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach  
– Lekárska fakulta

### spoluriešiteľská organizácia

Univerzita Komenského v Bratislave – Lekárska fakulta

### termín riešenia

07/2019 – 06/2023

### finančné prostriedky z APVV

249 253 €

### číslo projektu

APVV-18-0070

násilím pod záštitou UPSVaR. Zástupcovia výskumného tímu boli prizvaní na rokovanie k príprave stratégie SR pre mládež na roky 2021 – 2028. Podpísané bolo memoranda o spolupráci s Detskou organizáciou FENIX, o.z. (november 2019). Výskumný tím HBSC štúdie získal významné ocenenie FeDoR v kategórii Pierko pomoci za spoluprácu na projekte "Zdravie nie je kliše", vďaka ktorému je Národná správa HBSC obohatená o výroky detí a bol tiež rektorom Univerzity Pavla Jozefa Šafárika ocenený cenou rektora za mediálny ohlas na štúdiu HBSC o živote slovenských školákov.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5

Obr. 1 / Merania kardiovaskulárnej zdatnosti

Obr. 2 / Obhajoby dizertačnej práce v Groningene, Holandsko

Obr. 3 / Stretnutie medzinárodnej siete HBSC v Kaunase, Litva

Obr. 4 / Tlačová beseda pri príležitosti vydania Národnej správy HBSC, Bratislava

Obr. 5 / Writting week výskumného tímu v Košiciach



## Závislosť na hraní digitálnych hier (Internet Gaming Disorder – IGD): rizikové faktory, symptómy a ich meranie

### Predmet výskumu

Nová psychiatrická diagnóza navrhnutá Svetovou zdravotníckou organizáciou v roku 2019 do Medzinárodnej klasifikácie chorôb: porucha v dôsledku hrania digitálnych hier (Gaming Disorder).

### Ciele projektu

Hlavnými cieľmi projektu bolo 1) preskúmať vhodnosť navrhovaných symptómov tejto poruchy pre jej diagnostiku a identifikácia centrálnych symptómov – tých, ktoré by mali byť pre diagnostiku kľúčové; a 2) identifikovať rizikové faktory pre rozvoj tejto poruchy.

### Dosiahnuté výsledky

Slovenský preklad 11. toho vydania Medzinárodnej klasifikácie chorôb, v ktorom by sa už nová diagnóza poruchy v dôsledku hrania digitálnych hier mala objaviť, ešte stále nie je vydaná. Z pohľadu 10. toho vydania tejto klasifikácie psychiatri ani klinickí psychológovia patologické hranie digitálnych hier diagnostikovať nemôžu, pretože v nej neexistuje. Na odhady prevalence – výskytu poruchy v dôsledku hrania digitálnych hier v populácii existujú rôzne nástroje, ktoré sa výrazne líšia v tom, aké problémy identifikujú a v akej miere. Určenie vhodných meracích nástrojov je preto kľúčové. Vo viacerých štúdiách sme potvrdili centrálné miesto dvoch symptómov – kritérií, ktoré sa v dotazníkoch používajú - Narušenie kontroly (osoba má problém kontrolovať hranie, jeho začiatok, trvanie, intenzitu) a Pokračovania v používaní napriek problémom (osoba pokračuje v hraní aj napriek tomu, že si uvedomuje existenciu výrazných problémov, ktoré jej hranie prináša). Realizáciou meta-analýzy – rozsiahlej štúdie, v ktorej sme štatisticky sumarizovali poznatky z 1234 doteraz publikovaných výskumov zameraných na tému poruchy v dôsledku hrania digitálnych hier, sme zistili niekoľko rizikových a protektívnych faktorov. Tie môžu byť užitočné pre tvorbu preventívnych a intervenčných programov. Najsilnejšími protektívnymi faktormi bola sebaúcta a inteligencia, naopak rizikovými faktormi boli depresia, hranie hier za účelom úniku

### zodpovedný riešiteľ

Mgr. Martončík Marcel, PhD.

### riešiteľská organizácia

Prešovská univerzita v Prešove

### termín riešenia

07/2019 – 06/2023

### finančné prostriedky z APVV

200 000 €

### číslo projektu

APVV-18-0140

od reálnych problémov, stres, úzkosť, čas strávený hraním, impulzivita či agresivita.

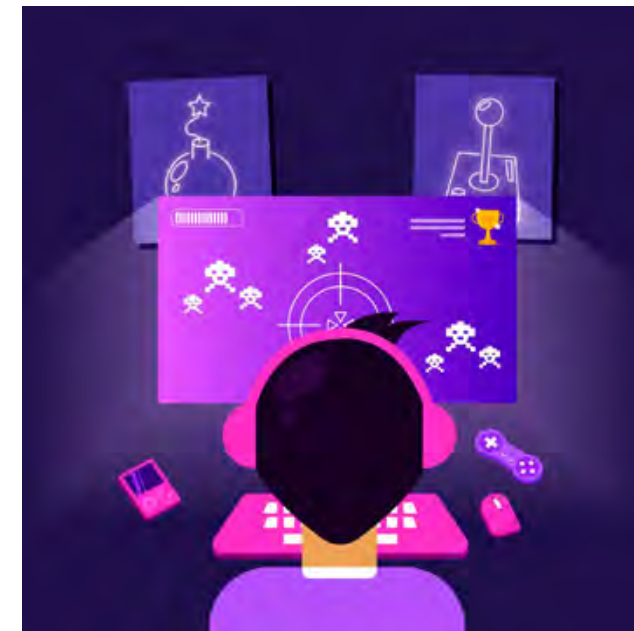
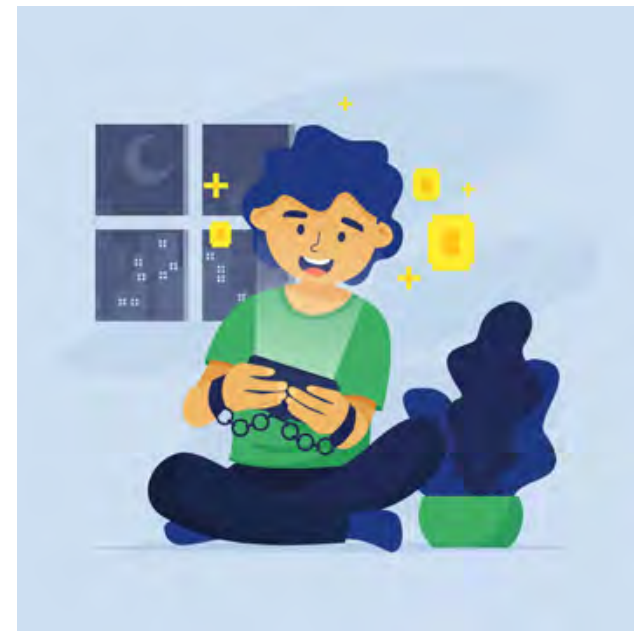
Realizáciou longitudinálnej štúdie – opakovaným opytovaním hráčov počas 6 mesiacov sme zistili, že z počiatočného stavu – poznania úrovne problematického používania internetu a sociálnych sietí, hrania hier za účelom úniku od reálnych problémov a úzkosti, je možné predpovedať priebeh rozvoja poruchy v dôsledku hrania digitálnych hier o 6 mesiacov neskôr.

### Prínos pre prax

Epidemiologické hľadisko: Overovaním validity rôznych nástrojov a symptómov sme identifikovali dotazník – Gaming Disorder Test, ktorý je dostupný v slovenskom jazyku a vhodný pre realizáciu štúdií zameraných na prevalenciu poruchy v dôsledku hrania digitálnych hier.

Prevenia: Pre tvorbu preventívnych programov je užitočné poznať, na ktoré faktory sa zamerať. Nami identifikovaná sebaúcta je vhodnou premennou pre prevenciu, nakoľko je možné ju rôznymi intervenciami zvyšovať. Podobne pri rizikových faktoroch je užitočné sa zamerať na prácu s osobami, ktoré hrajú hry nadmerne a s cieľom úniku od reálnych problémov, sú impulzívne, prežívajú stres, úzkosť či negatívne emócie.

Diagnostika a liečba: Pre klinikov môže byť prospešné poznanie, že špecifická motivácia k hraniu (hranie hier s cieľom úniku od reálnych problémov) či paralelné nadmerné používanie internetu a sociálnych sietí zvyšujú pravdepodobnosť zhoršenia a rýchlejšieho rozvoja symptómov poruchy v dôsledku hrania digitálnych hier.





Inovatívne metódy analýzy  
výkonnosti lesnícko  
drevárskeho komplexu  
s využitím princípov zeleného  
rastu

Predmet výskumu

Predmetom výskumu bola analýza vplyvu globálnych klimatických zmien, ktoré majú významný vplyv na lesné ekosystémy a spôsobujú zmeny v štruktúre druhového zastúpenia drevín, stabilite lesných ekosystémov, čo prináša rast dopytu po zabezpečení plnenia ekosystémových služieb. Toto má vplyv na výkonnosť lesného hospodárstva a dostupnosť drevnej suroviny pre drevospracujúci a energetický priemysel. Je vypracovaný celý rad dokumentov medzinárodných organizácií i vedeckých komunít, ktoré predikujú dôsledky globálnych zmien (ekonomických, klimatických) na vznik nových sociálnych problémov i problémov ekonomického rastu. Svetové organizácie upozorňujú na nutnosť adaptácie národných ekonomík a identifikáciu vplyvu na sociálnu stabilitu. K svetovým tendenciám ktoré pravdepodobne ovplyvnia využívanie a produkciu dreva pre drevospracujúci priemysel, patrí aj vznikajúci trh s ekosystémovými službami, ako reakcia na globálne klimatické zmeny. Ide o konkurenčnú alternatívu k využívaniu lesa na produkciu a spracovanie dreva.

Ciele projektu

Hlavným cieľom projektu bol návrh inovatívnych metód a postupov analýzy a kvantifikácie vplyvov klimatických zmien na ekonomický vývoj lesného hospodárstva, rizikové faktory ohrozujúce udržateľnosť jeho výkonnosti, efektívnosť drevospracujúceho priemyslu a sociálnu stabilitu regiónov v súlade s princípmi zeleného rastu.

Dosiahnuté výsledky

Dosiahnuté výsledky priniesli analýzu objemu produkcie lesného hospodárstva podľa druhu, kvality a cenovej hladiny vyťažených sortimentov. Boli aplikované pri tvorbe modelov zvyšovania transparentnosti a efektívnosti trhu s drevom najmä z pohľadu modelovania cien dreva a prognózovania vývoja náhodných ťažieb v budúcnosti. Rast cien elektrickej energie zvyšuje tlak na využívanie biomasy ako obnoviteľného zdroja energie. Na základe dostupných údajov bolo analyzované využívanie dendromasy z LH a DSP v rokoch

2015 - 2021 a následne kvantifikovaný potenciál využitia biomasy na energetické účely zo zvyškov po ťažbe, plantáží rýchlo rastúcich drevín (RRD) a ako aj možnosti energetického využitia tzv. mŕtveho dreva. Súčasné využívanie biomasy v SR na energetické účely je na úrovni 3 mil. ton. ročne. Z tohto množstva predstavuje podiel zvyškov a vedľajších produktov DSP cca 1 mil. ton. Zvyšok produkuje LH, cca 0,85 mil. ton predstavuje palivové drevo na energetické účely, 1,16 mil. ton objem biomasy zo zvyškov po ťažbe a najnižší podiel cca 0,01 mil. ton pochádza z energetických plantáží RRD. Výsledný celkový potenciál biomasy bol kvantifikovaný na úrovni 4,82 mil. ton. Oproti súčasnému využívaniu je to takmer 40 %-ný nárast. Najvyššie rezervy boli identifikované vo využívaní časti čerstvého a tvrdého mŕtveho dreva a pri plantážach a energetických porastoch rýchlo rastúcich drevín. Oproti súčasnému stavu boli kvantifikované významné rezervy najmä pri zvyškoch po ťažbe dreva, a to na úrovni cca 30 %. Analýza výkonnosti podnikov DSP v podmienkach Slovenskej republiky bola vykonaná prostredníctvom vybraných ukazovateľov za obdobie rokov 2009 až 2020 v jeho jednotlivých SK NACE kategóriách. Zároveň s využitím vybraných metód induktívnej štatistiky a teórie časových radov boli modelované dynamiky a trendy vývoja vybraných ukazovateľov výkonnosti podnikov DSP s prezentáciou ich novej štatistickej závislosti.

Prínos pre prax

Projekt poskytol podklady pre rozhodovanie jednotlivých aktérov na makroekonomickej aj podnikovej úrovni. Obsahuje analýzu globálnych, ekonomických a spoločenských vplyvov na priemyselný komplex lesy-drevo-energia, analýzu logistického reťazca v DSP v kontexte udržateľnosti. Zmapoval vnímanie environmentálne prijateľných produktov DSP spotrebiteľmi, záujem o druhy a farebné odtiene dreva u potenciálnych zákazníkov a možnosti jeho uspokojenia zo strany lesníckych, drevárskych a nábytkárskych podnikov. Zdôraznil potenciál drevodomov ako možnosti využitia obnoviteľných zdrojov a podpory naplňania princípov bioekonomiky. Vyhodnotil súčasný stav zavádzania princípov zeleného

zodpovedný riešiteľ  
prof. Ing. Hajdúchová Iveta, PhD.  
riešiteľská organizácia  
Technická univerzita vo Zvolene  
termín riešenia  
07/2019 - 12/2022  
finančné prostriedky z APVV  
165 959 €  
číslo projektu  
APVV-18-0520

podnikania do praxe slovenských drevárskych a lesníckych mikro, malých a stredných podnikov a následne identifikoval možnosti a potenciál ich udržateľného rozvoja. Analyzoval vplyv zeleného rastu v lesnom hospodárstve a drevárskom priemysle z hľadiska ekonomického, environmentálneho a kultúrnospoločenského (sociálneho), a na jej základe navrhol indikátory zeleného rastu pre podniky LH a DSP a marketingovú stratégiu rozvoja drevárskych a nábytkárskych rodinných podnikov.

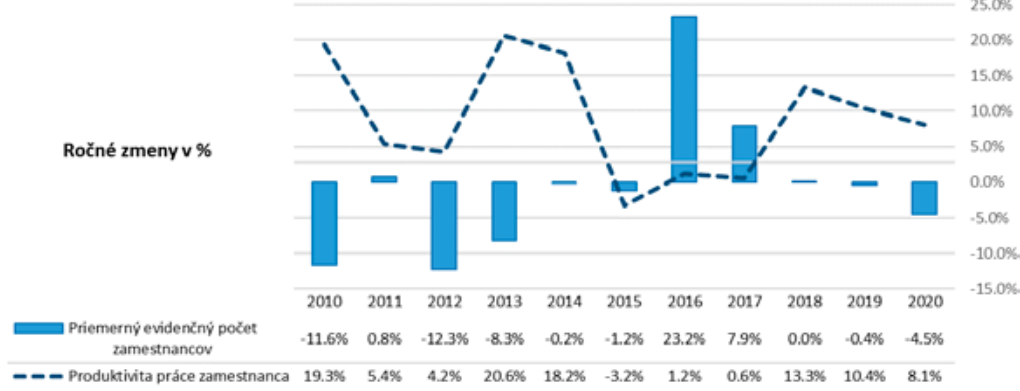
Obr. 1 / Tempo prírastku v odvetví DP za ukazovatele "Priemerný evidenčný počet zamestnancov" a "Produktivita práce zamestnanca"

Obr. 2 / Skutočné a z modelu stanovené ceny ihličnatej piliarskej guľatiny za obdobie rokov 2001 až 2017 (€·m<sup>-3</sup>)

Obr. 3 / Riešiteľský kolektív TUZVO

Obr. 4 / Knižné výstupy projektu

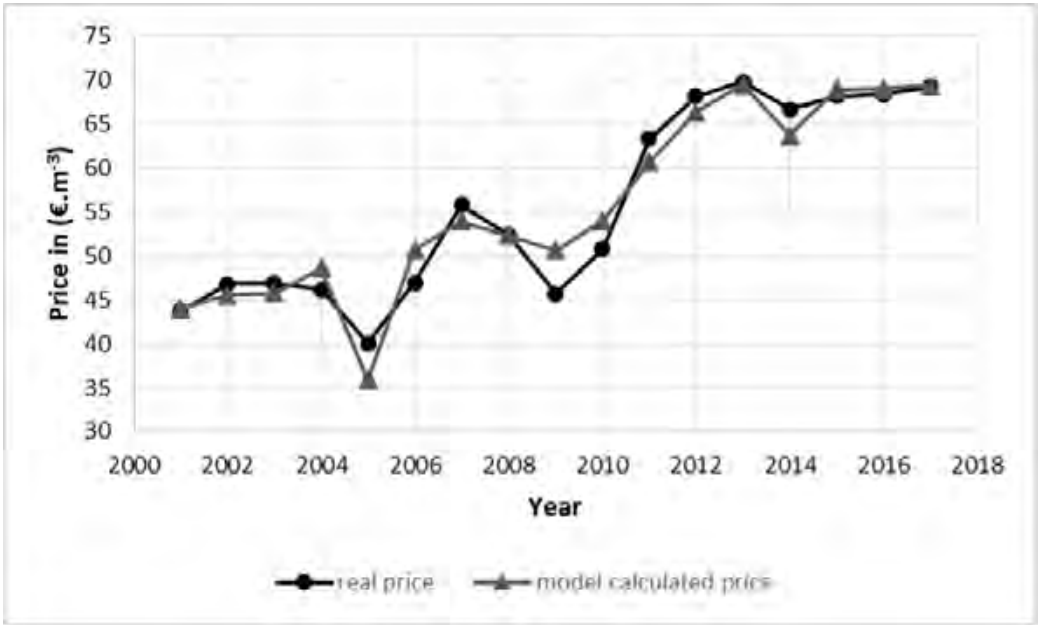
SK NACE 16 - Spracovanie dreva a výroba výrobkov z dreva (DP)



Obr. 1



Obr. 3



Obr. 2



Obr. 4



# HUMANITNÉ VEDY





## Sociálna inklúzia kultiváciou používania jazyka

### Predmet výskumu

Projekt sa zapája do výskumného prúdu sociálnych a humanitných vied so zameraním na sociálnu inklúziu so zreteľom na rolu jazyka, a teda aj na možný príspevok lingvistiky k porozumeniu tohto procesu. Výskum bol orientovaný na deskripciu a reflexiu komunikačnej praxe so zámerom teoretického modelovania sociálnej inklúzie a komunikačnej kultivácie spoločnosti. Základným oporným bodom realizovaného výskumu bola idea, že komunikačná kultivácia spoločnosti je významným prostriedkom sociálnej inklúzie a vytvárania inkluzívnej spoločnosti.

### Ciele projektu

Cieľ projektu spočíval vo vypracovaní empiricky podloženého a teoreticky zdôvodneného modelu komunikačnej kultivácie spoločnosti, v ktorej sa presadzuje stratégia sociálnej inklúzie, integrácie a posilňovania kohézie. Základný výskumný cieľ zahŕňal tieto (komplexné) štruktúrne komponenty: 1) komunikačná kultúra ako inkluzívny, integračný a kohézny faktor spoločnosti, 2) komunikačná kultivácia spoločnosti ako podporný prostriedok sociálnej inklúzie, 3) komunikačná emancipácia členov spoločnosti, 4) optimálne transparentný jazyk ako adaptačný prostriedok v sociálnej inklúzii, 5) cudzosť v sociálnych vzťahoch, 6) jazykový diskurz ako nástroj presadzovania stratégie komunikačnej kultivácie spoločnosti. Cieľová štruktúra projektu sa postupne obohatila analýzami a interpretáciami týkajúcimi sa inkluzívnej a občianskej jazykovedy, inkluzívnej rétoriky a mediatizácie.

### Dosiahnuté výsledky

Výsledky riešenia projektu sa prezentujú teoretickým modelovaním sociálnej inklúzie a komunikačnej kultivácie spoločnosti, obohateným výkladmi inklúzie v kontexte občianskej vedy, súčasnej rétoriky a vplyvu mediatizácie na spoločnosť. Vo výsledkoch sa odrážajú odpovede na štyri fundamentálne otázky: Z čoho pramení ideológia sociálnej inklúzie a inkluzívnej spoločnosti? Ako sa formuje inkluzívna spoločnosť? Aká komunikácia je inkluzívna? Na čom je

založené komunikačné kultivovanie spoločnosti? Týmto otázkam zodpovedajú štyri tézy: 1. Ideológia sociálnej inklúzie vzišla z faktorov uložených v genéze subjektu. 2. Inkluzívna spoločnosť sa formuje utváraním inkluzívnych sociálnych systémov. Také systémy vznikajú systematickou inkluzívnou komunikáciou, iniciovanou inkluzívnou vôľou aktérov s inkluzívnou komunikačnou kompetenciou, ktorú nasadzujú inkluzívnymi komunikačnými operáciami a praktikami v rámci inkluzívnej komunikačnej kooperácie a koordinácie aktivít. 3. Komunikácia je inkluzívna, keď referenčná, pragmaticko-etická ani sebaregulačná sebarealizácia nenaruša konformitu s egalitnou homogenizáciou. 4. Komunikačné kultivovanie spoločnosti je založené na kultivácii a demokratizácii inkluzívnej komunikačnej kompetencie. Túto kompetenciu tvorí schopnosť (a) komunikačne operovať v súlade s inkluzívnymi komunikačnými pravidlami, (b) adaptovať sa na variabilitu inkluzívnych komunikačných situácií, (c) uplatňovať inkluzívny potenciál jazyka a komunikácie. Súhrn výsledkov zjednocuje idea demokratizácie: sociálnu inklúziu podporuje demokratizácia inkluzívnej komunikácie, rétoriky, vedy i mediálneho sveta.

### Prínos pre prax

Výsledky projektu sú uplatniteľné v sociálnovednom diskurze zameranom na problémy formovania inkluzívnej spoločnosti, pri implementácii ideológie sociálnej inklúzie do politickej praxe, v praktickej duchovnej činnosti orientovanej na formy a metódy kultivovania inkluzívnej komunikácie a vo formálnej aj neformálnej komunikačnokultúrnej edukácii. Sociálnoinkluzívne aktivity v týchto sférach smerujú k podpore inkluzívnej kultúry ako otvoreného komplexu inkluzívneho myslenia, komunikovania, správania a konania, ktorý jej nositelia vnímajú ako normalitu inkluzívnej spoločnosti. V sociálnovednom diskurze, v politickej, praktickoduchovnej i edukačnej praxi výsledky projektu sú využiteľné na aproximáciu k tejto normalite, a teda aj ku komunikačnej normalite, reprezentovanej štandardizovanosťou inkluzívnej komunikácie, ktorá ťaží z možnosti inkluzívneho používania jazykových prostriedkov. Osobitným

**zodpovedný riešiteľ**  
prof. PhDr. Dolník Juraj, DrSc.  
**riešiteľská organizácia**  
Univerzita Komenského v Bratislave – Filozofická fakulta  
**termín riešenia**  
07/2019 – 06/2023  
**finančné prostriedky z APVV**  
199 000 €  
**číslo projektu**  
APVV-18-0176

prínosom výsledkov projektu je opísaný a vysvetlený koncept inkluzívnej komunikácie, ktorý sa vzťahuje na všetky možné komunikačné udalosti s odôvodnením, že v každej komunikácii môže byť niekto znevýhodnený a tým v istom jej aspekte zbavený možnosti rovnocennej participácie. To znamená, že vypracovaná koncepcia inkluzívnej komunikácie má univerzálny aplikačný potenciál.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

Obr. 1 / Prof. PhDr. Juraj Dolník, DrSc. - zodpovedný riešiteľ projektu

Obr. 2 / Prof. PhDr. Olga Orgoňová, CSc. počas prezentácie Slovníka policajných profesionalizmov na medzinárodnom sympóziu „The 15th Forensic International Symposium“ Kriminalistického a expertízneho ústavu PZ

Obr. 3 / Publikácie vzniknuté v rámci riešenia projektu



## Databáza historickej terminológie k dejinám Strednej Európy

### Predmet výskumu

Hlavný predmet výskumu projektu spočíval v systematickom spracovaní, sumarizovaní a prezentácii vedeckých poznatkov z kľúčových oblastí sociálnych dejín strednej Európy od najstarších čias až po 20. storočie. Medzi tieto fenomény patria 1) vymedzenie konceptu strednej Európy a jeho premeny 2) štát a jeho podoby v dejinách strednej Európy 3) stredoeurópska diplomacia 4) národ a etnické kategórie 5) migrácia 6) vojny a ozbrojené konflikty 7) náboženstvá a konfesie 8) mesto a urbanizmus 9) zdravie a hygiena 10) jedlo a stravovanie. Zvolené metodologické postupy umožnili vytvoriť a sprístupniť Databáz historickej terminológie k dejinám strednej Európy, ktorá širokému okruhu užívateľov poskytuje komfortný prístup k fundovaným informáciám o zásadných charakteristikách historického vývoja nášho regiónu. Realizáciou projektu by sa tak čiastočne vyplnila medzera v produkcii slovenskej historiografie, v ktorej chýba väčšina základných odborových lexikografických diel.

### Ciele projektu

Základný cieľ projektu spočíval vo vytvorení a voľnom sprístupnení základného korpusu hesiel „*Databázy historickej terminológie k dejinám Strednej Európy*“. Tento riešiteľský zámer v plnej miere zodpovedal súčasným trendom zverejňovania výsledkov výskumu, ktorý už aj v spoločenských a humanitných vedách jednoznačne smeruje k presunu ťažiska publikačnej činnosti z printových médií k online publikáciám. Druhým cieľom projektu bolo prezentovanie výsledkov bádania k vybraným okruhom sociálnych dejín strednej Európy vo forme štúdií analytického i syntetického charakteru.

### Dosiahnuté výsledky

V priebehu piatich rokov trvania projektu riešitelia vytvorili a sprístupnili *Databázu historickej terminológie k stredoeurópskym dejinám*, ktorá na základe multidisciplinárnych prístupov vysvetľuje najvýznamnejšie fenomény vývoja strednej Európy, vrátane Slovenska, od neskej antiky až

do konca 20. storočia. Druhý hlavný výstup projektu predstavujú dve kolektívne monografie *Stredná Európa v premenách času*. I. – II. Bratislava: Veda, 2023. Tieto rozsiahle publikácie prinášajú početné nové a inovatívne poznatky zo sociálnych dejín strednej Európy. Ich publikovanie v renomovanom domácom vydavateľstve VEDA len umocňuje tento na Slovensku ojedinelý vedecký počin. Na základe podpory projektu členovia riešiteľského kolektívu ďalej publikovali 5 vedeckých monografií, z toho dve boli vydané vo vydavateľstve VEDA, jednu zahraničnú monografiu vydanú v celosvetovo rešpektovanom vydavateľstve SPRINGER, 15 vedeckých štúdií uverejnených v publikáciách prestížnych zahraničných vydavateľstiev BRILL a ROUTLEDGE, 7 vedeckých štúdií uverejnených v domácich časopisoch registrovaných v CCs, 2 vysokoškolské učebnice k dejinám stredoveku (prvé svojho druhu na Slovensku), a 48 vedeckých štúdií uverejnených v časopisoch a zborníkoch v SR. Vytýčené ciele stanovené na začiatku projektu boli v plnom rozsahu naplnené, ba prekročené.

### Prínos pre prax

Voľne prístupná on-line *Databáza historickej terminológie k dejinám strednej Európy*, ako aj dve kolektívne monografie k dejinám strednej Európy poskytujú širokému okruhu užívateľov od akademickej sféry cez učiteľov rôznych stupňov škôl až po pracovníkov verejného sektora a masmédií komfortný prístup k fundovaným informáciám o zásadných charakteristikách historického vývoja nášho regiónu. K propagácii tohto projektu tiež slúžilo 45 mediálnych výstupov riešiteľov projektu v televízii (RTVS) a rozhlase (RTVS) vo forme účasti v diskusných programoch, rozhovoroch na vybranú tému, alebo prostredníctvom rôznych podcastov pre slovenské denníky a mesačníky (SME, Denník N, Hospodárske noviny, Pravda, Historická revue a ďalšie). K propagácií projektu prispeli aj podujatia Detskej univerzity Komenského či programu mini Erasmus pre stredné školy. Jednotliví riešitelia projektu tiež pôsobili ako školitelia viacerých bakalárskych a diplomových prác súvisiacich s projektom a v súčasnosti vedú dvoch študentov doktorandského štúdia,

**zodpovedný riešiteľ**  
doc. Mgr. Hurbanič Martin, PhD.  
**riešiteľská organizácia**  
Univerzita Komenského v Bratislave – Filozofická fakulta  
**termín riešenia**  
07/2019 – 06/2023  
**finančné prostriedky z APVV**  
150 000 €  
**číslo projektu**  
APVV-18-0333

ktorých práce tiež korelujú s témami riešenými v rámci projektu. Riešitelia sa tiež zúčastnili veľkého počtu zahraničných a domácich konferencií. S priamou podporou projektu tiež usporiadali medzinárodnú vedeckú konferenciu k problému identít v stredoeurópskom priestore, ako aj 5. ročník prestížnej medzinárodnej konferencie Medieval Central Europe Research Network (MECERN): *Continuity and Change in Medieval Central Europe*.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5

Obr. 1 / HURBANIČ, Martin - IVANČÍK, Matej - ZUPKA, Dušan (eds.). *Stredná Európa v premenách času. Štúdie k sociálnym dejinám I*. Bratislava: Veda, 2023.

Obr. 2 / MÚCSKA, Vincent - RYBÁR, Lukáš - ROŠKOVÁ, Daniela (eds.). *Stredná Európa v premenách času. Štúdie k sociálnym dejinám II*. Bratislava: Veda, 2023.

Obr. 3 / HURBANIČ, Martin. *The Avar Siege of Constantinople in 626. History and Legend*. Cham: Springer, 2019.

Obr. 4 / ZUPKA, Dušan. *Meč a kríž. Vojna a náboženstvo v stredovekej strednej Európe (10. – 12. storočie)*. Bratislava: Veda 2021.

Obr. 5 / ŠKORVANKOVÁ, Eva. *Strážkyne rodinných kozubov? Ženy v ideológii a politike Slovenského štátu*. Bratislava: Veda 2021.



|              |                                                                                                                                                                               |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| titul        | Výskumné projekty s vynikajúcou úrovňou                                                                                                                                       |
| vydavateľ    | Agentúra na podporu výskumu a vývoja,<br>Mýtna 23, 811 07 Bratislava<br><a href="http://www.apvv.sk">www.apvv.sk</a> , <a href="mailto:agentura@apvv.sk">agentura@apvv.sk</a> |
| rok vydania  | 2024                                                                                                                                                                          |
| dizajn a DTP | Creatívna agentúra RICHIE.. s. r. o., Richard Kučera Guzmán                                                                                                                   |
| ISBN         | 978-80-99991-11-9                                                                                                                                                             |

Publikácia bola vydaná aj v anglickej mutácii.