

Česká a Slovenská SVOČ
v matematice a informatice 2026

Sborník abstraktů

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

24.-26. 5. 2026

Sekce M1	4
Amalgam methods in function spaces	
<i>Ivan Kotalík (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	4
Radial multilinear multipliers	
<i>Matyáš Maleček (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	5
Operators on Injective Tensor Products of L_1 -Preduals	
<i>Štěpán Ondřej (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	5
Jacobians of Sobolev and BV homeomorphisms and their limits	
<i>Jakub Petr (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	5
Formální verifikace vybraných tvrzení z matematické analýzy v systému Lean 4	
<i>Jakub Psutka (ZČU, Plzeň, Fakulta aplikovaných věd)</i>	5
Miery slabej nekompaktnosti v klasických priestoroch	
<i>Samuel Smerčiak (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	5
Optimal discrete p-Hardy inequalities of higher order	
<i>Jakub Waclawek (ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská)</i>	6
 Sekce M2	 6
Slabě vázané vlastní hodnoty maticových diferenciálních operátorů	
<i>Mikuláš Kučera (ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská)</i>	6
Differential equations in Banach spaces	
<i>Dušan Oberta (VUTB, Brno, Fakulta strojního inženýrství)</i>	6
Neaktivne modifikácie kompartmentových epidemiologických modelov	
<i>Ivana Tarkovská (UPJŠ, Košice, Prírodovedecká fakulta)</i>	7
 Sekce M3	 7
Moran process with location-dependent mutant fitness	
<i>Kateřina Doubková (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	7
Chaos Game Dynamics for the Analysis of Stochastic Processes	
<i>Pavol Horkulič (UPJŠ, Košice, Prírodovedecká fakulta)</i>	7
First selection lemma for k-hulls and the breakdown point of k-hull medians	
<i>Erik Mendroš (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	7
Bod Zlomu	
<i>Štěpán Nejtek (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	8
Score-Based Stochastic Smoothing	
<i>Adam Rajský (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	8
Testy ekvivalence	
<i>Anna Salavcová (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	8
Prediction intervals in generalized linear models	
<i>Robin Stloukal (VUTB, Brno, Fakulta strojního inženýrství)</i>	8
Znamienkové testy v 2D	
<i>Gergő Szarka (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	9
Grafické modely v Bayesových prostorech	
<i>Ondřej Uličný (UPOL, Olomouc, Přírodovědecká fakulta)</i>	9
 Sekce M4	 10
Estimating drift in stochastic differential equations with correlated noise	
<i>Tomáš Kremla (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	10
Double Oracle Algorithm for Games with Non-compact Strategy Sets	
<i>Jolana Štraitová (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	10
Diagnostic methods for time series of counts	
<i>Stanislav Svoboda (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	10
Fractional Stochastic Dominance	
<i>Adam Vinklárek (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	10
Dvourozměrná Panjerova rekurze a její využití v zajištění škodního nadměrku	
<i>Jan Záhorec (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	11
 Sekce M5	 11
Monoidal Categories of Effect Algebras	

<i>Jakub Baloun (UPOL, Olomouc, Přírodovědecká fakulta)</i>	11
Vlastnosti chromatických alfa komplexů	
<i>Martin Borýsek (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	11
Topological Approach to Norine’s Conjecture	
<i>Adam Džavoronok (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	11
Application of Voronoi Diagram in Theoretical Chemistry	
<i>Pavel Kozák (Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství)</i>	12
EKP pre niektoré neabelovské grupy	
<i>Matúš Papšo (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	12
3-elipsa	
<i>Karel Podzimek (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	12
Squares in composite number fields	
<i>Anna Růžičková (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	12
Continued fraction period lengths of square roots	
<i>Jakub Šošovička (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	13
Extremálne vlastnosti Gowersových noriem	
<i>Marek Tkáč (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	13
Parameterized Constructibility of Two-Dimensional Simplicial Complexes	
<i>Andrea Večerková (MU, Brno, Fakulta informatiky)</i>	13
Sekce M6	13
Many holes but no big one	
<i>Martin Andričík, Alica Dományová, Adam Džavoronok, Aleksa Džuklevski, Matouš Safránek (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	13
Duhová souvislost orientovaných grafů	
<i>Elena Benešová (ZČU, Plzeň, Fakulta aplikovaných věd)</i>	14
Results in the Manickam-Miklós-Singhi Conjecture	
<i>Adam Džavoronok (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	14
Constructing flows from flow-pairs	
<i>Lukáš Gáborik (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	14
A general upper bound on multicolor ordered Ramsey numbers	
<i>Klára Grinerová (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	14
Coloring of Platonic and Archimedean solids	
<i>Jan Hartman (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	15
Z2-genus of graphs and Hanani–Tutte theorems	
<i>Michal Katrlík (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	15
Hamiltonovský index a hamiltonovský cestový index	
<i>Zuzana Kulhánková (ZČU, Plzeň, Fakulta aplikovaných věd)</i>	15
Critical exponent of infinite words coding beta-integers	
<i>Martina Moravcová (ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská)</i>	15
Maximálne hranové q-zafarbenie regulárnych grafov	
<i>Nikoleta Pappová (UPJŠ, Košice, Přírodovědecká fakulta)</i>	16
On distance magic circulants of valency 2p	
<i>Tereza Škublová (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	16
Sekce M7	16
Analysis of a Numerical Scheme for the Stochastic Allen-Cahn Equation	
<i>Denisa Hanušková (ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská)</i>	16
Optimalizace přechodu z podvodní fáze do plavání souhrou pomocí IMU senzorů a analýzy funkcionálních dat	
<i>Kristína Krivdová (MU, Brno, Přírodovědecká fakulta)</i>	17
Numerická aproximace JKO schématu	
<i>Jakub Osička (VUTB, Brno, Fakulta strojního inženýrství)</i>	17
Implicitné numerické metódy pre modely prúdenia plytkej vody s použitím rovnovážnych premenných	
<i>Adrián Šegeda (STU, Bratislava, Stavebná fakulta)</i>	17
Finite element method with degenerate elements	
<i>Jiří Sotkowski (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	17

Sekce M8	18
Graph-based epidemic modelling with stratified time-varying urban mobility <i>Kryštof Deutschar Blažek (ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská)</i>	18
Analýza šíření onemocnění COVID-19 v Ústeckém kraji <i>Kristýna Dvořáková (VŠE, Praha, Fakulta informatiky a statistiky)</i>	18
Most probable paths in energy landscapes via Onsager–Machlup Action <i>Jan Engler (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	18
On simple epidemic models with spatial structure <i>Ján Glut (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	19
Matematické modely fázových přechodů v kovových materiálech <i>Filip Kotlas (ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská)</i>	19
Learning Higher-Dimensional Hamiltonian Dynamics <i>Michal Krpata (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	19
Numerical modeling of contact angle hysteresis <i>Ema Madzirová (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	19
Stochastic Gene Expression under Sequestration: Noise Reduction and Emergent Distributions <i>Olha Morozova (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	20
Complex Dynamics of Quantum State Distillation <i>Tomáš Nguyen (ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská)</i>	20
Third medium method for contact problems in continuum mechanics <i>Pavol Šimkovič (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	20
Sekce I1	21
Efficient Algorithms for Finding Winners in Vote Streams <i>Adam Beneš (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	21
Half-Life <i>Vasiľ Chorev (UPJŠ, Košice, Prírodovedecká fakulta)</i>	21
Moran process with immortal individuals <i>Martin Fof (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	21
Realization graphs of every degree sequence is Hamiltonian <i>Petr Hladík, Jiří Fink (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	21
Dependence of the fixation time in the Moran process on the initial vertex <i>Adam Jahoda (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	22
Algorithmic techniques for Target Set Selection <i>Matěj Kríž (ČVUT, Praha, Fakulta informačních technologií)</i>	22
Shannon switching game and its variants <i>Júlia Križanová (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	22
Sekce I2	23
An English Joke, a Spanish Punchline, and a Slovak Dataset Walk Into a Paper: An Experiment in Pushing the Boundaries of Modern Large Laughing Models <i>Lucia Ganajová (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	23
Complexity of trained neural networks' decision boundaries, and its relationship with the adversarial robustness <i>Paulína Jaremčuková (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	23
Weakly Supervised Multicentric Grading of Ulcerative Colitis using Multiple Instance Learning and Histopathology Foundation Models <i>Adam Kukučka (MU, Brno, Fakulta informatiky)</i>	23
Memory Assignment for Finite-Memory Strategies in Adversarial Patrolling <i>Vojtěch Kůr (MU, Brno, Fakulta informatiky)</i>	24
Application of Random Fields in Variational Quantum Algorithms <i>Jan Michálek (VUTB, Brno, Fakulta strojího inženýrství)</i>	24
Tracing Morph Origins in Czech: A Computational Approach to Morph-Level Etymology <i>Aleš Manuel Papáček (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	24
LSP-DETR: Efficient and Scalable Nuclei Segmentation in Whole Slide Images <i>Matěj Pekár (MU, Brno, Fakulta informatiky)</i>	25
When Neural Networks Fails: An Analysis of Adversarial Examples in Image Classification	

<i>Jana Polašková, Iveta Bečková, štefan Pócoš, Igor Farkaš (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	25
Efficient Multi-Objective Reinforcement Learning with Expressive Function Approximators <i>Adam Štafa (MU, Brno, Fakulta informatiky)</i>	26
Pokročilé architektúry neurónových sietí na predikciu oblačnosti a zrážok <i>Bianka Szepesiová (UPJŠ, Košice, Prírodovedecká fakulta)</i>	26
Rigorous evaluation of Large Language Models in university mathematics <i>Kristian Tichota, František Kýn, Andy Wendler, Tomáš Havlíček, Adam Uher, Elena Benešová, Ondřej Šimek, Kristýna Vítková, Jonáš Jiří Koňářík, Jiří Cellárik (ZČU, Plzeň, Fakulta aplikovaných věd)</i>	27
Machine Learning on graphs: Approaches to generation of (k, g)-graphs and deciding extensibility of partial automorphisms <i>Samuel Varchol, Vladimír Jančár, Ján Pastorek (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	27
Sekce I3	27
Detekcia škvŕn na historických dokumentoch pomocou synteticky generovaných dát <i>Miriám Grznárová (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	27
Moderní metody registrace mikroskopických obrazů <i>Vojtěch Hora (VUTB, Brno, Fakulta strojního inženýrství)</i>	28
Design and Evaluation of a Stylistically Personalized Private Generative AI Workflow <i>Ján Hučko (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	28
Kalman-Based Frame Objects Correlation in Astronomical Image Processing <i>Lucia Lahučková, prof. RNDr. Roman Ďurikovič, PhD., Mgr. Matej Zigo, PhD., Mgr. Jiří Šilha, PhD. (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	28
Application of level set methods for habitat segmentation from satellite images <i>Slávka Martinčeková (STU, Bratislava, Stavebná fakulta)</i>	28
Evaluation Framework for Resource-Constrained Georeferencing Systems on Small Satellites <i>Tuan Dávid Nguyen Van (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	29
SpheroSeg: Advancing Tumor Spheroid Analysis Through Open-Source Deep Learning <i>Michal Průšek (ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská)</i>	29
Beyond Visual Quality: Evaluating Deep Neural Networks for Faithful Restoration of Historical Documents <i>Filip Tuch (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	30
Sekce I4	30
Teaching scenarios for I3T - use in teaching other subjects <i>Sofia Fedorchuk (ČVUT, Praha, Fakulta elektrotechnická)</i>	30
Využitie sekvenčného dolovania dát pri analýze digitálnych stôp <i>Kiara Koščová (UPJŠ, Košice, Prírodovedecká fakulta)</i>	30
A low-latency debugger using code injection on AArch64 <i>Juraj Petráš (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	31
Data transformations in Vega <i>Kristýna Petrlíková (UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta)</i>	31
Odporúčacie systémy pre voľnočasové aktivity <i>Tomáš Roch (UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky)</i>	31

Sekce M1

Amalgam methods in function spaces

Ivan Kotalík

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

We extend the concept of Wiener–Luxemburg amalgam spaces to arbitrary quasi-Banach function spaces, removing the requirement of rearrangement-invariance. We do so by introducing a new generalized amalgam norm. We prove that these new spaces are quasi-Banach function spaces and that they coincide with the classical amalgams in the rearrangement-invariant setting. Furthermore, we study their associate

spaces, normability, continuous embeddings, and absolute continuity. As an application, this framework natively recovers and extends classical extremal embeddings, such as embeddings into $L^1 + L^\infty$ and $L^1 \cap L^\infty$, without assuming rearrangement-invariance. Finally, we provide an independent characterization of the closure of simple functions in rearrangement-invariant spaces.

Radial multilinear multipliers

Matyáš Maleček

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

We show that a bilinear radial Fourier multiplier operator with symbol σ is $L^2(\mathbb{R}^n) \times L^2(\mathbb{R}^n) \rightarrow L^1(\mathbb{R}^n)$ bounded, $n \in \mathbb{N}$, if the function σ satisfies the smoothness condition $\sigma(2^j \cdot) \Phi \in L^2_{1/2+\varepsilon}(\mathbb{R}^{2n})$ for some $\varepsilon > 0$ and every $j \in \mathbb{Z}$, where Φ is a smooth cutoff function adapted to the annulus $|x| \in [1/4, 4]$. This condition is dimension free. We also apply similar reasoning to provide alternative proof of the initial result concerning multilinear Bochner-Riesz operator and prove an estimate for generalized bilinear Bochner-Riesz operator.

Operators on Injective Tensor Products of L_1 -Preduals

Štěpán Ondřej

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Let X be an L_1 -predual and let E, F be Banach spaces. We will show that for the representing measure of a strongly bounded operator $T: X \widehat{\otimes}_\varepsilon E \rightarrow F$, there exists a control measure. We will extend a strongly bounded operator $T: X \widehat{\otimes}_\varepsilon E \rightarrow F$ to an operator $S: C(B_{X^*}, E) \rightarrow F$. We will show that such extension inherits properties of T . We will use this extension to infer properties of $X \widehat{\otimes}_\varepsilon E$ from the properties of E .

Jacobians of Sobolev and BV homeomorphisms and their limits

Jakub Petr

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

V této práci zkoumáme ve třídě homeomorfismů souvislost mezi topologickým pojmem orientace a znaménkem Jakobiánu. V \mathbb{R}^3 byla dříve tato souvislost známa pro $W^{1,p}$ homeomorfismy a jejich slabé limity. My tento výsledek rozšiřujeme i pro BV homeomorfismy a jejich slabé-* limity. Navíc uvádíme výsledky i pro $W^{2,p}$ homeomorfismy v \mathbb{R}^n pro libovolné $n \in \mathbb{N}$.

Tuto práci využiju jako svou diplomovou práci a posleze ji pošlu do zahraničního časopisu (z tohoto důvodu je psána v angličtině).

Formální verifikace vybraných tvrzení z matematické analýzy v systému Lean 4

Jakub Psutka

ZČU, Plzeň, Fakulta aplikovaných věd

Tato práce se zabývá formální verifikací vybraných částí matematické analýzy v prostředí interaktivního důkazového asistenta Lean 4. Cílem je ukázat, jak lze klasické matematické důkazy převést do formálního jazyka závislé teorie typů, a to způsobem přístupným pro studenty, kteří s formalizací začínají. Teorie je budována postupně od základních pojmů, bez využití pokročilých abstrakcí z knihovny Mathlib, aby byl celý proces co nejlépe pochopitelný. Výsledkem je srozumitelný výkladový text doplněný o ucelený, strojově ověřený kód, ve kterém je zformalizována teorie limit a konvergence posloupností. V práci jsou mimo jiné dokázány základní věty o limitách, věta o konvergenci monotónní posloupnosti a Bolzanova–Weierstrassova věta. Důležitou částí je také formální důkaz existence suprema a propojení různých tvrzení o úplnosti reálných čísel, včetně zpětné implikace principu vnořených intervalů z Bolzanova–Cauchyho kritéria, čímž je prokázána ekvivalence mezi všemi různými vyjádřeními.

Miery slabej nekompaktnosti v klasických priestoroch

Samuel Smerčiak

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

V tejto práci sa zaoberáme mierami slabej nekompaktnosti wck , wk a ω v Banachových priestoroch. Zhrnieme známe výsledky o ekvivalencii týchto mier, čo zahŕňa rovnosť mier wck a wk v separabilných priestoroch a rovnosť mier wk a ω v priestore $c_0(\Gamma)$, ktoré dokazujeme. Uvedieme stručný prehľad faktov

o priestoroch $C(K)$ a tieto následne použijeme, aby sme získali úplnú charakterizáciu ekvivalencie mierok w_k a ω v priestoroch $C(K) = C(K, \mathbb{R})$ pre metrizovateľný kompaktný priestor K vrátane optimality konštant ekvivalencie, čo sú nové výsledky. Ako dôsledok dostaneme, že miery w_k a ω nie sú ekvivalentné v priestore $C([0, 1])$, pričom ide o prvý známy príklad klasického Banachovho priestoru, ktorý to spĺňa. Túto prácu hodlá autor uplatniť ako diplomovú.

Optimal discrete p -Hardy inequalities of higher order

Jakub Waclawek

ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

The classical discrete p -Hardy inequality provides a sharp relation between the ℓ^p -norms of a sequence and its discrete derivative on the half-line. In this work, we extend this inequality to higher-order discrete derivatives and establish optimal discrete p -Hardy inequalities of arbitrary order. Specifically, we develop a general method for constructing optimal p -Hardy weights via a parameter sequence subject to certain monotonicity and growth conditions. By applying this abstract framework to a particular choice of the parameter sequence, we obtain explicit formulas for optimal discrete p -Hardy weights of any order. Moreover, by deriving lower bounds for these optimal weights, we find the classical discrete p -Hardy inequalities of any order. As a limiting case of the discrete results, we also obtain their continuous analogs.

This study extends the results of our earlier work, which was submitted to the SVOČ competition in 2024, and, in an expanded form, will constitute the basis of the author's master's thesis.

Sekce M2

Slabě vázané vlastní hodnoty maticových diferenciálních operátorů

Mikuláš Kučera

ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

Zabýváme se slabě vázanými vlastními hodnotami dvojrozměrného Diracova operátoru s nesamosdruženým maticovým potenciálem a komplexním parametrem vazby. Stručně shrneme klasickou poruchovou teorii, vysvětlíme její omezení a představíme přehled známých výsledků pro Schrödingerovy, Pauliho a Diracovy operátory.

Následně formulujeme Birmanův-Schwingerův princip pro daný Diracův operátor. Za minimálních předpokladů integrability a podmínek Rollnikova typu odvodíme téměř optimální podmínky existence a neexistence izolované vlastní hodnoty v okolí hranic esenciálního spektra. V případě existence dokážeme, že vlastní hodnota je jednoznačná a algebraicky jednoduchá, a nalezneme její asymptotický rozvoj do druhého řádu v limitě slabé vazby.

Naše výsledky rozšiřují klasickou teorii slabé vazby pro Schrödingerovy a jednorozměrné Diracovy operátory na dvourozměrné relativistické systémy a odhalují nové nesamosdružené spektrální efekty.

Differential equations in Banach spaces

Dušan Oberta

VUTB, Brno, Fakulta strojního inženýrství

In this thesis we address the question of solvability of differential equations in Banach spaces. The thesis itself is divided into three major parts. In the first part we study the existence of local solutions of an initial value problem for fractional differential equations in Banach spaces. In the second part we study the existence of local solutions of an initial value problem for dynamic equations on time scales in Banach spaces. Also, in these two parts we show applications of our results on countable systems arising from semidiscretisation of fractional PDEs and partial dynamic equations on time scales, respectively. Finally, in the third part we study the existence of solutions of countable systems of ODEs on unbounded intervals with prescribed asymptotic behaviour. Each of the three parts contains new results, most of which were submitted to academic journals. Central role is played by the standard tools of functional analysis, axiomatic theory of measures of noncompactness, abstract fractional calculus, abstract time scale calculus, and the newly introduced concepts of Kamke function of order α and Kamke Δ -function. This thesis will be submitted as the author's Master's thesis, and was not part of SVOČ, nor of any other similar competition, in the previous years.

Neaditívne modifikácie kompartmentových epidemiologických modelov

Ivana Tarkovská

UPJŠ, Košice, Prírodovedecká fakulta

V práci konštruujeme neaditívnu modifikáciu epidemiologického modelu SI, ktorej základnou myšlienkou je nahradenie Lebesgueovho integrálu Choquetovým integrálom vzhľadom na monotónnu mieru. Cieľom je preskúmať, ako táto modifikácia ovplyvňuje matematické vlastnosti modelu a do akej miery si výsledný model zachováva základné kvalitatívne vlastnosti riešenia. Osobitnú pozornosť venujeme dvom prípadom podľa charakteru integrandu, a to prípadu monotónneho a prípadu unimodálneho integrandu. V prvom prípade uvádzame analýzu konvexnosti, resp. konkávnosti, riešenia, ako aj analýzu stability. V druhom prípade poukazujeme na technické komplikácie spojené s nemonotónnosťou. V závere prezentujeme konštrukciu neaditívneho modelu SIR a formulujeme hypotézy o jeho správaní. Získané výsledky ukazujú, že náš model si aj v prostredí neaditívnych mier zachováva biologickú interpretáciu šírenia ochorenia, pričom sa zároveň objavujú nové technické ťažkosti, ktoré sa v klasických epidemiologických modeloch nevyskytujú.

Sekce M3

Moran process with location-dependent mutant fitness

Kateřina Doubková

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

The Moran process on a graph models the evolution of two types of individuals – residents and mutants – on a weighted graph. Individuals are selected for reproduction according to their assigned fitness. In this paper, we study a variation where resident fitness is constant, whereas mutant fitness is location-dependent. We derive an exact closed-form formula for complete bipartite graphs where fitness is uniform within each partition. Using this result, we show that assigning different fitness to vertices in different partitions of complete bipartite graphs can significantly increase the fixation probability while keeping the average mutant fitness constant. Finally, we present the Equithermal Theorem, which provides a fixation probability formula for a class of weighted graphs satisfying a specific relationship between edge weights and individual fitnesses. We show that this result implies a weaker version of the Isothermal Theorem.

Chaos Game Dynamics for the Analysis of Stochastic Processes

Pavol Horkulič

UPJŠ, Košice, Prírodovedecká fakulta

In this paper, we focus on deterministic and random iterated function systems and the ways they can be applied to study properties of discrete stochastic processes by utilizing chaos games. Our goal is to study how random iterated function systems can be used to generate chaos game representations of discrete stochastic processes. We do this by formalizing, generalizing, and building upon a known method of using chaos games to analyze data generated by a stochastic process. Firstly, we examine the conditions necessary for the existence of an invariant measure of a random iterated function system, namely contraction on average. Secondly, we introduce several results which help derive the general form of both simple and log chaos game systems for different types of discrete stochastic processes. We then utilize these results to create a method of testing whether observed data were likely generated by a specific random process. Finally, we explain how chaos game representations can be analyzed in order to understand key properties of both generated and empirical data.

First selection lemma for k -hulls and the breakdown point of k -hull medians

Erik Mendroš

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

We prove that for every integer $k \geq 3$ and any collection \mathcal{X} of n points in the plane, there exists a point that is contained in at least $\binom{n}{k} (1 - (2^k - 1)/3^{k-1})$ convex hulls formed by distinct k -tuples of points from \mathcal{X} . This generalizes the celebrated first selection lemma in the plane, which corresponds to $k = 3$. We prove this result in both its discrete (for point sets) and continuous (for probability

distributions) versions, and show that it is asymptotically tight. Our lower bound is valid without any assumptions on the point set or the probability distribution. As a consequence of our proof, we establish tight inequalities between a generalized simplicial depth and the halfspace depth in the plane. These inequalities are then used to derive the worst-case asymptotic addition breakdown point of the simplicial median as well as of the more general k -hull median, closing the gap between previously known bounds. From the viewpoint of breakdown point robustness, it turns out that k -hull medians for larger k provide a more robust alternative to the classical simplicial median.

Bod Zlomu

Štěpán Nejtěk

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Bod zlomu se ve statistice používá k posouzení, jak odolný je statistický odhad vůči kontaminaci dat. V odborné literatuře se běžně setkáváme se dvěma odlišnými definicemi bodu zlomu, a to s takzvaným replacement breakdown pointem a addition breakdown pointem. Přirozeně tak vyvstává otázka, zda a jak lze mezi těmito dvěma pojetími přecházet, aniž by bylo nutné odvodit oba body zlomu zvlášť. Tato práce se zaměřuje na v literatuře známou větu, která pochází z článku Zuo (2001), a která popisuje možnosti takového přechodu ve speciálních případech. V práci jsou identifikovány její slabiny a doplněny chybějící předpoklady nutné k jejímu korektnímu využití. Hlavním přínosem práce je odvození nové věty zobecňující přechod mezi různými druhy bodu zlomu, čímž se stává uplatnitelnou pro širší spektrum odhadů. Na závěr je pomocí této věty dokázána zpřesněná verze Zuovy věty. Tato práce je první částí autorovy bakalářské práce.

Score-Based Stochastic Smoothing

Adam Rajský

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

This thesis develops methods for stochastic smoothing in signal and observation systems with nonlinear dynamics. It builds on score-based diffusion models, first introduced in 2021, which have since become the standard approach to generative modeling of natural images. We present two score estimators. The first is a direct application of modern conditional score-based diffusion models to stochastic smoothing: a neural network trained on simulated signal and observation trajectories. The methodology itself is established, but its application to stochastic smoothing remains underexplored. The second estimator, which is, to our knowledge, new, dispenses with the neural network and estimates the score by solving an augmented filtering problem with an extended Rauch-Tung-Striebel smoother. We evaluate both variants on a benchmark suite that stress-tests the methods on strongly nonlinear dynamics and multimodal posteriors. Both match the exact solution given by the extended Rauch-Tung-Striebel smoother on a linear Gaussian system and substantially outperform it on the nonlinear and multimodal benchmarks. The submitted work is the author's master's thesis and has not been submitted to SVOČ or any similar competition in prior years.

Testy ekvivalence

Anna Salavcová

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Práce se zabývá problematikou testování ekvivalence, tématem statistického testování hypotéz, kdy cílem není prokázat rozdíl dvou parametrů, ale naopak doložit jejich dostatečnou shodu. Klasické statistické testy hypotéz jsou konstruovány tak, že nulová hypotéza zpravidla vyjadřuje rovnost parametrů, avšak její nezamítnutí nelze interpretovat jako rovnost či ekvivalenci těchto parametrů. V praktických aplikacích je přitom často potřeba ověřit, že se dvě veličiny neliší více než o předem stanovenou mez, tedy že jsou z hlediska zvoleného kritéria ekvivalentní. Práce, která vychází z bakalářské práce autora, je vybranou částí této práce a obsahuje nejzajímavější výsledky; shrnuje teoretické principy testů ekvivalence a podrobně se zaměřuje na proceduru TOST (Two One-Sided Tests). Obecné principy TOST procedury jsou následně aplikovány na vybrané dvouvýběrové problémy, jak pro kvantitativní data, kdy je v práci odvozen stejně silně nejsilnější test ekvivalence pro model s normálními daty a shodným rozptylem, tak pro data binární. Pro binární data je dále součástí simulační studie zkoumající hodnoty silofunkce v závislosti na parametrizaci modelu a zvolených mezích ekvivalence.

Prediction intervals in generalized linear models

Robin Stloukal

VUTB, Brno, Fakulta strojního inženýrství

Generalized linear models (GLMs) accommodate non-normal response variables, yet constructing prediction intervals (PIs) within them remains underexplored. This thesis investigates and compares PI construction methods in Poisson and Gamma GLMs, evaluating conditional empirical coverage and interval width through extensive simulations in R.

Apart from the classical approaches described in literature, the core contribution of this work lies in development of predictive distributions and inversion of probabilistic inequalities. Starting with the intercept-only Poisson model, the thesis introduces a Bayesian PI utilizing a log-normal posterior. Furthermore, it develops interval estimators exploiting the predictive mixture's moment generating function to derive Chernoff bounds, and applies a Vysochanskij–Petunin refinement of Chebyshev's inequality, alongside Harremoës' sharp tail bounds. Two resampling algorithms based on the bootstrap and the jackknife are also proposed. These promising methods are then extended to Poisson log-linear regression, where the primary contributions include the derivation of one-sided, two-sided, and second-order Taylor-refined Chernoff intervals, alongside an adapted Nelson's exact method.

Simulation results reveal that while discrete Poisson models require boundary randomization and benefit from the proposed exact and Bayesian approaches in small samples, continuous gamma regression favors the classical asymptotic normal method and full conformal prediction due to the added complexity of dispersion estimation.

Znamienkové testy v 2D

Gergő Szarka

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

V tejto práci sa zaoberáme dvojrozmernými znamienkovými štatistickými testmi polohy jedného súboru. Ich silnou stránkou je, že netreba poznať rozdelenie, z ktorého pochádzajú dáta. Stačí, aby rozdelenie bolo symetrické. Článok Oja & Nybloma popisuje jeden zo spôsobov konštrukcie takýchto testov. Kľúčovou je pri ňom voľba funkcie $h()$, ktorá generuje váhy jednotlivým znamienkam. Spomínaný článok popisuje matematické techniky na odvodenie asymptotickej distribučnej funkcie testovej štatistiky. Použitie týchto techník však citovaný článok ilustruje len na troch príkladoch voľby funkcie $h()$, generujúcej váhy. To z dôvodu, že od tvaru $h()$ silne závisí, či dôjde k explicitnému vyjadreniu asymptotickej distribučnej funkcie, alebo sa postup zasekne na numericky ťažko uchopiteľných implicitných vzťahoch.

Naším hlavným prínosom je objav, že explicitný vzorec asymptotickej distribučnej funkcie možno vyjadriť pre celú rodinu funkcií $h()$. Obzvlášť zaujímavé je, že do tejto rodiny patria aj dve z troch funkcií $h()$ spomenutých v citovanom článku. Z asymptotickej distribučnej funkcie možno následne ľahko získať kritické hodnoty testu, či počítať p-hodnotu. Voľba funkcie $h()$, samozrejme, vplýva aj na samotnú kvalitu znamienkového testu. Správanie vyhodnocujeme pomocou Monte Carlo simulácií a matematicko-numerickými výpočtami Pitmanovej asymptotickej relatívnej efektivity.

Grafické modely v Bayesových priestoroch

Ondřej Uličný

UPOL, Olomouc, Přírodovědecká fakulta

Tato práce se zabývá propojením teorie Bayesových prostorů a neorientovaných grafických modelů. V rámci Bayesova prostoru jsou vícerozměrné hustoty prvků tříd ekvivalence a lze je ortogonálně rozložit na marginální složky a složky interakcí vyššího řádu. Tento přístup je aplikován na hustotu useknutého mnohorozměrného normálního rozdělení, u níž analyticky dokazujeme, že její netriviální interakční struktura je striktně párová a zcela definována její maticí přesnosti. Hlavním přínosem této práce je stanovení formálního spojení mezi ortogonální dekompozicí hustot a neorientovanými grafickými modely, čímž se Hammersleyho-Cliffordova věta účinně převádí do jazyka Bayesových prostorů. Formálně sestavíme neorientovaný graf interakcí, dokážeme, že slouží jako validní I-map, a představíme interakční hypergraf jako věrohodnou a bezztrátovou reprezentaci vícerozměrné závislostní struktury.

Sekce M4

Estimating drift in stochastic differential equations with correlated noise

Tomáš Kremla

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

This work presents a new nonparametric estimator of the drift function in stochastic differential equations driven by additive fractional Brownian motion. A previously proposed Nadaraya–Watson-type estimator, based on the fundamental martingale transformation, is shown to be unreliable due to errors in both its derivation and the proof of its consistency. We revisit this construction and propose a corrected estimator that properly accounts for the structure of the transformed equation and the associated stochastic integrals. The estimator is studied both in continuous and discrete observation settings under the stationary regime, with particular emphasis on its decomposition into a bias component and a martingale noise term. Proof of the asymptotic negligibility of the martingale term is presented. A simulation study is conducted to assess its empirical performance and to illustrate the failure of the originally proposed estimator. Special attention is devoted to the choice of the bandwidth parameter through simulation experiments, examining their impact on global estimation error. In addition, we discuss an efficient numerical implementation of the estimator. This work presents preliminary results of the author’s master’s thesis.

Double Oracle Algorithm for Games with Non-compact Strategy Sets

Jolana Štraitová

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

The Double Oracle algorithm computes an equilibrium of a game by iteratively solving a subgame and updating the strategy sets via best responses to the current equilibrium. Convergence to an equilibrium is known for infinite, continuous two-player zero-sum games with compact strategy sets.

This work is part of my bachelor thesis and studies a possible extension of the Double Oracle algorithm to infinite continuous two-player zero-sum games with possibly non-compact strategy sets. The key points to address when compactness is omitted are the existence of an equilibrium, the existence of best responses, and the existence of a weakly convergent subsequence in a sequence of probability measures.

In this work, I explore sufficient conditions for the existence of an equilibrium and for the existence of best responses. I summarize these conditions based on existing literature. The main contribution of this work is a novel result showing that the assumptions ensuring the existence of an equilibrium and the existence of best responses are equivalent. Therefore, we now know under which assumptions the Double Oracle algorithm is well-defined for games with non-compact strategy sets.

Diagnostic methods for time series of counts

Stanislav Svoboda

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Tato práce se zabývá grafickými diagnostickými metodami pro modely časových řad četností založenými na transformaci pomocí integrální distribuční funkce (PIT). Jejím hlavním přínosem je rigorózní definice nerandomizovaného PIT spolu s odvozením jeho základních vlastností a zdůvodněním jeho využití jako diagnostického nástroje. Práce nejprve zkoumá diagnostiku založenou na PIT v prostředí i.i.d., kde randomizovaný PIT slouží jako východisko pro zavedení jeho nerandomizované verze. Následně jsou tyto metody rozšířeny na časové řady četností. Nakonec jsou zavedeny testové statistiky typu Kolmogorov–Smirnov a chí-kvadrát a jsou zkoumány pomocí simulačních studií pro modely INGARCH.

Fractional Stochastic Dominance

Adam Vinklárek

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

This work is based on the author’s bachelor’s thesis. It explores two notions of fractional stochastic dominance: $(1 + \gamma)$ -stochastic dominance and interval-based stochastic dominance. Both approaches interpolate between first- and second-order stochastic dominance. We present their fundamental properties and develop an original algorithm for testing $(1 + \gamma)$ -dominance based on empirical return dis-

tributions. We establish a novel sufficient condition under which $(1 + \gamma)$ -stochastic dominance implies interval-based stochastic dominance. We also compare the two notions in the context of normally and continuously uniformly distributed random variables and find a monotonic relationship between their respective dominance levels, i.e. quantitative measures of dominance strength. We apply these concepts to the construction of efficient sets of portfolios using historical financial market data.

Dvourozměrná Panjerova rekurze a její využití v zajištění škodního nadměrku

Jan Záhorec

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Panjerova rekurze je algoritmus umožňující výpočet pravděpodobnostní funkce složeného rozdělení. Tato práce se zabývá rozšířením tohoto algoritmu pro vícerozměrná složená rozdělení (sekundární rozdělení je vícerozměrné) a aplikací jeho dvourozměrné varianty. Uvádí jeho využití při modelování sdruženého rozdělení úhrnů škod připadajících na cedenta a zajištětele v rámci zajištění škodního nadměrku (xl zajištění) a představuje zjednodušení výpočetních vzorců v takovém případě. V závěru práce je představeno možné uplatnění celkové roční spoluúčasti cedentem v xl zajištění, což je ilustrováno na dvou modelových příkladech.

Vlastním přínosem této práce je rozšíření vícerozměrné Panjerovy rekurze pro primární rozdělení ze třídy $(a, b, 1)$ a pečlivé rozepsání jeho důkazu. Ještě důležitějším přínosem je však následné odvození platného zjednodušení výpočetních vzorců v případě xl zajištění. Toto zjednodušení je založeno na specifické struktuře sekundárního rozdělení, které je uvedeno v článku Walhin (2003); tam uvedené zjednodušení není korektní a je pouze pro třídu $(a, b, 0)$.

Celá práce vychází z autorovy bakalářské práce *Dvourozměrná Panjerova rekurze* obhájené v roce 2025. Teoretická část byla navíc rozšířena ze třídy $(a, b, 0)$ na třídu $(a, b, 1)$.

Sekce M5

Monoidal Categories of Effect Algebras

Jakub Baloun

UPOL, Olomouc, Přírodovědecká fakulta

This thesis provides a categorical description of the tensor product within the context of quantum structures, specifically focusing on effect algebras, partial commutative monoids, and related structures. To address this, we adopt the framework of multicategories, which allows for a more general and natural treatment of these concepts. The key contribution of this work is the formal demonstration that the aforementioned multicategories are representable. Furthermore, we explore the relationship between these structures through multiadjunctions. These results provide a unified perspective on the construction of tensor products and establish a solid foundation for further research into higher categorical structures of quantum logic.

The results presented in this work are intended to be further developed and utilized in the author's Master's thesis. None of these results have been previously submitted to SVOČ.

Vlastnosti chromatických alfa komplexů

Martin Borýsek

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

V této práci se zabýváme chromatickými Delaunayovými a alfa komplexy. Pomocí diskrétní Morseho teorie dokážeme kolabovatelnost Čechova komplexu na chromatický alfa komplex, čímž zodpovíme na otázku položenou v článku Chromatic Alpha Complexes autorů Cultrery di Montesana, Draganova, Edelsbrunnera a Saghafiana. Ti se ptali, zda je možné rozšířit kolabovatelnost Čechova komplexu na alfa komplex z článku The Morse theory of Čech and Delaunay complexes autorů Bauera a Edelsbrunnera do chromatické situace. My tento kolaps dokážeme za podmínky tzv. chromatické genericity stupně obarvení. I v monochromatické situaci je tato podmínka slabší než podmínka obecné polohy, kterou pro svou větu potřebují Bauer a Edelsbrunner. Tato práce je založená na mé diplomové práci. Zároveň žádná část této práce nebyla použita na žádné dřívější SVOČ ani v žádné jiné podobné soutěži.

Topological Approach to Norine's Conjecture

Adam Džavoronok

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Motivated by Norine's conjecture, this paper investigates monochromatic antipodal paths within 2-edge-coloured hypercubes. The primary methodology relies on a topological criterion applied to triangulated 2-skeleta. Specifically, by symmetrically triangulating opposing square faces, we demonstrate that any antipodal colouring of a centrally symmetric, simply connected 2-complex yields a monochromatic path linking an antipodal vertex pair. This approach not only provides an elegant topological validation of Norine's conjecture across a broad spectrum of antipodal colourings, but it also establishes quantitative bounds in cases where only a limited number of square faces present structural obstructions.

Application of Voronoi Diagram in Theoretical Chemistry

Pavel Kozák

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

This work investigates Voronoi diagrams in Euclidean spaces with emphasis on their application to describing local geometric environments of atoms in protein molecules. Basic properties of Voronoi diagrams, their duality with Delaunay triangulations, and selected variants of weighted diagrams are discussed with regard to their geometric and computational behavior.

The main contribution is the derivation of a custom algorithm for constructing a single Voronoi cell. In contrast to standard approaches computing the entire diagram, the proposed method focuses on local structure and incrementally identifies neighboring generators using circumcenters and empty spheres. The algorithm is formulated in two dimensions and outlined for higher dimensions, including a comparison with conventional methods and discussion of its computational properties. An important feature is the elimination of irrelevant points during the construction process.

EKP pre niektoré neabelovské grupy

Matúš Papšo

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Táto práca sa zaoberá pojmom EKP, ktorý definovali Blyth, Fang a Sylva, najmä v kontexte konečných neabelovských grúp. Viaceré výsledky v práci nadväzujú na články autorov Ghumashyan a Guříčan, ktorý tento pojem skúmali pre konečné abelovské grupy a neabelovské p -grupy. Niektoré výsledky v práci sa venujú konečným neabelovským grupám, ktoré však nemusia byť p -grupy, konkrétne rozoberá dihedralne grupy a grupy veľkosti bez štvorcov. Pre p -grupy nájdeme nové triedy grúp, ktoré majú EKP a sú zovšeobecnením už známych výsledkov pre špeciálne a extrašpeciálne grupy. Avšak zovšeobecnením prideme o tieto vlastnosti. Pri dôkazoch využijeme známe tvrdenia z teórie grúp aj lineárnej algebry. Výsledky budú použité aj v diplomovej práci autora.

3-elipsa

Karel Podzimek

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Práce se věnuje studiu n -elips jakožto zobecnění kružnice a elipsy. Autor na ně nahlíží jako na geometrické zobecnění kružnice a elipsy, řeší podmínky jejich existence, popis a vlastnosti. Mezi stěžejní přínosy patří exaktní určení hodnoty minimálního součtu 3-elipsy v kontextu teorie Fermatových bodů. Dále je definován charakteristický útvar n -elipsy s pomocí zobecněných excentricit, numerické i lineárních, přičemž pro případ tří ohnisek autor podrobně popisuje charakteristický "čtyřstěn" 3-elipsy. Geometrický pohled je doplněn o vlastní zpracování syntetické konstrukce založené na průniku soustavy dvou pohybujících se kuželových ploch s rovinou. V poslední kapitole je k existujícímu implicitnímu předpisu nově odvozen parametrický předpis pro 3-elipsu. Práce je po obsahové stránce shodná s bakalářskou prací autora obhájenou v roce 2025.

Squares in composite number fields

Anna Růžičková

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

In this thesis, we study composite fields L composed of a simplest cubic field and a quadratic field;

mainly, we focus on its squares and the relationship with its subfields. In particular, we characterize when an element of a subfield can be a square in the composite field. Furthermore, we study the Pythagoras number, which gives the minimal number of squares required to express every algebraic integer in L representable as a sum of squares. For that, first, we provide lower bounds 5 or 6 using suitable elements from subfields. Second, we show that under some conditions, these estimates can be improved to get 7. We also present an algorithm for finding all totally positive elements of the ring of algebraic integers up to a given trace and check whether they are squares or sums of squares, together with an implementation. The results presented in this SVOČ are the original work of the author and are intended to be used in their master thesis. None of the results have been submitted or used in the SVOČ competition or in any other similar competitions to date.

Continued fraction period lengths of square roots

Jakub Šošovička

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

The relationship between continued fractions and real quadratic fields was studied by many mathematicians, including Lagrange and Gauss. In this thesis, we study primitive ideals in real quadratic number fields $\mathbb{Q}(\sqrt{D})$. We relate these ideals to the continued fraction expansion of \sqrt{D} and develop estimates that describe how this expansion behaves as D varies. Using these estimates, we obtain new bounds for the number of large coefficients in the continued fraction of \sqrt{D} . We also strengthen previously known bounds on the length of the continued fraction period for fields of class number 1. Chapters 3–5 contain the main results, all of which are the author’s original contributions.

Extremálne vlastnosti Gowersových noriem

Marek Tkáč

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

V práci sa zaoberáme problémom popísania extrémálnych hodnôt zovšeobecnených Gowersových noriem $U^{d,l}$ na priestore funkcií $G \rightarrow S^1 \subseteq \mathbb{C}$ pre konečnú abelovskú grupu G . Hlavným výsledkom práce je charakterizovanie triedy zobrazení, ktoré tieto normy maximalizujú. Dokazujeme, že týmito zobrazeniami sú práve polynómy stupňa najviac $\lfloor \frac{d-1}{l} \rfloor$. Okrem teoretických výsledkov využívame aj numerické metódy na skúmanie extrémálnych, resp. asymptotických vlastností vybraných noriem na našom priestore funkcií pre $G = \mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$. Experimenty ukazujú hlbšiu štruktúru lokálnych extrémov.

Prezentované výsledky hodlá autor zakomponovať do jeho diplomovej práce. V súťaži ŠVOČ ani ďalších podobných súťažiach zatiaľ žiadny z výsledkov uplatnený nebol.

Kľúčové slová: Gowersove normy, polynómy na grupách, inverzná veta, numerická optimalizácia

Parameterized Constructibility of Two-Dimensional Simplicial Complexes

Andrea Večerková

MU, Brno, Fakulta informatiky

In this thesis, we introduce and study k -constructible simplicial complexes and their relation to shellability in dimension 2. We prove that every finite k -constructible simplicial complex of dimension 2 is shellable for $k \leq 4$. We further construct a 5-constructible simplicial complex that is not shellable, which implies that this property fails for all $k \geq 5$. This establishes $k = 5$ as a sharp threshold between shellable and non-shellable behavior. The results combine combinatorial arguments with computer-assisted verification implemented in SageMath.

Sekce M6

Many holes but no big one

Martin Andričík, Alica Dományová, Adam Džavoronok, Aleksa Džuklevski, Matouš Safránek

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

We study the extremal number $m_{k,\ell,n}$ of empty convex k -gons (k -holes) determined by an n -point set in the plane in general position that contains no empty convex ℓ -gon, focusing on the first nontrivial case $\ell = k + 1$. For $n = k + a$ with $2a + 2 \leq k$, we determine the exact value $m_{k,k+1,k+a} = 2^a$. In the

regime of fixed $k \geq 8$ and $n \rightarrow \infty$, we prove an upper bound of order $O(n^{k/2+1})$ and we complement it with a construction giving $m_{k,k+1,n} = \Omega(n^{k/3})$.

Duhová souvislost orientovaných grafů

Elena Benešová

ZČU, Plzeň, Fakulta aplikovaných věd

Práce se zabývá duhovými vlastnostmi hranově obarvených grafů. Duhovým číslem souvislosti rozumíme minimální počet barev, jimiž lze obarvit hrany grafu tak, aby mezi každými dvěma vrcholy existovala cesta, na níž mají všechny hrany navzájem různé barvy. Silné duhové číslo souvislosti je minimální počet barev potřebných k takovému obarvení, při němž mezi každými dvěma vrcholy existuje nejkratší cesta s navzájem různobarevnými hranami.

Pro duhové číslo souvislosti $r\check{c}(G)$ orientovaného grafu je dokázáno, že je-li silně souvislý orientovaný graf G řádu n nehamiltonovský, pak $r\check{c}(G) \leq n - 1$. V roce 2017 vyslovili Sidorowicz a Sopena domněnku, že analogické tvrzení platí také pro silné duhové číslo souvislosti $s\check{r}\check{c}(G)$. Požadavek silné duhové souvislosti však činí problém podstatně obtížnějším. Dosud se podařilo tuto větu dokázat pouze za dodatečného předpokladu, že průměr grafu splňuje $\text{diam}(G) = n - 1$.

V této práci se podařilo ukázat, že analogické tvrzení pro silné duhové číslo souvislosti platí i pro grafy s průměrem $\text{diam}(G) = n - 2$. Součástí práce je také algoritmus pro konstrukci odpovídajícího silného duhového obarvení nejvýše $n - 1$ barvami. Zároveň je ukázáno, že horní mez $s\check{r}\check{c}(G) \leq n - 1$ je v tomto případě ostrá. Práce dále rozpracovává možné směry zobecnění tohoto výsledku, a to dalším oslabením předpokladu na průměr grafu nebo předpokladu na jeho nehamiltonovskost.

Předložená práce byla obhájena jako bakalářská práce a byla oceněna Cenou děkana Fakulty aplikovaných věd. Výsledky této práce nebyly dosud prezentovány v rámci soutěže SVOČ.

Results in the Manickam-Miklós-Singhi Conjecture

Adam Džavoronok

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Suppose that we have a set S of n real numbers which have nonnegative sum. How few subsets of S of size k can have nonnegative sum? Manickam, Miklós and Singhi conjectured in 1987 that for n at least $4k$ the answer is $\binom{n-1}{k-1}$. Pokrovskiy verified the conjecture for n at least $10^{46}k$. Before that, Alon, Sudakov and Huang verified the conjecture for n at least $33k^2$. In this thesis, we revisit these results and seek further improvements and generalisations. This work is going to serve as author's bachelors thesis.

Constructing flows from flow-pairs

Lukáš Gáborik

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

A *nowhere-zero k -flow* is a mapping of values $\pm 1, \pm 2, \dots, \pm(k-1)$ to darts of a graph satisfying Kirchhoff's law – the inflow is the same as the outflow – for every vertex of the graph. It is conjectured [Tutte, 1954] that each bridgeless graph has a nowhere-zero 5-flow. Almost three decades later, Seymour [Seymour, 1981] made a general construction of nowhere-zero 6-flow from a 2-flow and a 3-flow. Although these two flows permit zeroes, no edge can have both of them equal to zero simultaneously. In a recent preprint [Gáborik et al., 2025], along with the introduction of two-dimensional Chebyshev nowhere-zero flows, the authors showed a similar construction of the nowhere-zero 5-flow from a 2-flow and a 4-flow. In addition to forbidding simultaneous zero values, the flow values $(0, 1)$ and $(0, -1)$ are also excluded. This structure is called a 1/2-flow-pair.

In this paper, we explore the properties of 1/2-flow-pairs. We prove their existence on snarks with oddness 2, and we also show that one can construct a rich nowhere-zero 7-flow from them. Then we find a lower bound on two-dimensional Chebyshev flow number depending on the order of a snark. We also use a generalised version of the 1/2-flow-pair to investigate the Chebyshev flow number and to show that the two-dimensional Chebyshev flow number of snarks can be arbitrarily small.

With the initial exploration of Chebyshev flows, the author participated in *Competition for University Students in Mathematical Research 2024*. The mentioned work defines flow-pairs, but the results about oddness and rich flows are new ones. The two-dimensional lower bound is submitted in the mentioned preprint [Gáborik et al., 2025]. This work is a proper subset of the author's master's thesis.

A general upper bound on multicolor ordered Ramsey numbers

Klára Grinerová

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

We provide a general upper bound on multicolor ordered Ramsey numbers in terms of the interval chromatic number and the degeneracy of an ordered graph. We extend previous results by Conlon, Fox, Lee, and Sudakov (2017) and by Balko and Grinerová (2025). In particular, we show that for n -vertex ordered graphs $H^<$ with degeneracy d and interval chromatic number χ , the q -color ordered Ramsey number is at most $r_{<}(H^<; q) \leq n^{O(q^2 d^2 \lceil \log \chi \rceil^{q-1})}$ for every $q \geq 2$. For $q \geq 3$ and $\chi \geq 3$, this is the first nontrivial upper bound on $r_{<}(H^<; q)$. For fixed parameters q, d, χ , the resulting estimate is polynomial in n .

Coloring of Platonic and Archimedean solids

Jan Hartman

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

We study the coloring of Platonic and Archimedean solids. We provide an overview of the properties of their underlying graphs, followed by a summary of the types of colorings that can be applied to these graphs. We show conversions between various types of colorings and compute the corresponding chromatic numbers. We study chromatic polynomials and derive an explicit formula for the chromatic polynomial of a complete k -partite graph with partition size 2. We then study the concept of the orbital chromatic polynomial, which was first introduced by P.J. Cameron in 2007, and implement an algorithm for its computation. Lastly, we study the number of partitions of vertices into independent sets up to symmetries, establish bounds for these numbers, and propose an enumerative algorithm for their computation.

The results presented in this SVOČ were applied by the author as a bachelor's thesis. None of the results have been applied in the SVOČ competition or other similar competitions.

Z_2 -genus of graphs and Hanani–Tutte theorems

Michal Katrlík

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

In this work, we present a counterexample to an extension of the Unified Hanani–Tutte theorem to the Klein bottle, as well as to other variants that allow crossings only between dependent edges. We also use an existing method for bounding the Euler Z_2 -genus and orientable Z_2 -genus of $K_{n,m}$ to prove a lower bound on these genera for K_n . These bounds differ from the corresponding classical Euler and orientable genera only in the linear term.

This text has been developed as the author's bachelor thesis. Neither it nor its results have been previously submitted to SVOČ or to any similar competition.

Hamiltonovský index a hamiltonovský cestový index

Zuzana Kulhánková

ZČU, Plzeň, Fakulta aplikovaných věd

Tato práce vychází z dosud neobhájené diplomové práce a zabývá se studiem hamiltonovských vlastností v iterovaných hranových grafech. Pro celé nezáporné číslo k je k -tý iterovaný hranový graf $L^k(G)$ neorientovaného grafu G definovaný jako $L(L^{k-1}(G))$, kde $L^0(G) = G$ a $L^1(G)$ je hranový graf $L(G)$ grafu G .

V první části shrneme dosavadní poznatky o hamiltonovském indexu $h(G)$, které tvoří teoretický základ pro vlastní výzkum. Hlavním přínosem práce bude studium hamiltonovského cestového indexu $h_p(G)$, definovaného jako nejmenší celé nezáporné číslo k , pro které graf $L^k(G)$ obsahuje hamiltonovskou cestu.

Ukážeme, že hamiltonovský cestový index je dobře definovaný, tj. $h_p(G)$ existuje pro každý souvislý graf G . Dále určíme přesnou hodnotu hamiltonovského cestového indexu pro stromy a tento výsledek zobecníme pro grafy s hamiltonovskými souvislými bloky.

Critical exponent of infinite words coding beta-integers

Martina Moravcová

ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

In combinatorics on words, the critical exponent of important classes of infinite words is an intensively studied object. In this work, we specifically focus on the (asymptotic) critical exponent of simple Parry infinite words, which are words encoding distances between β -integers in numeration systems with a real base β . We introduce a general algorithm for determining the (asymptotic) critical exponent of these words, based on the properties of their bispecial factors and shortest return words. The main result of this work is the proof of the equality between the critical and the asymptotic critical exponents of confluent simple Parry infinite words and the determination of their precise values. Furthermore, we derive the asymptotic critical exponent of ternary simple Parry infinite words and provide a procedure for calculating the critical exponent for a specific choice of parameters of these words.

Maximálne hranové q-zafarbenie regulárnych grafov

Nikoleta Pappová

UPJŠ, Košice, Prírodovedecká fakulta

V práci sa zameriavame na určenie hornej hranice maximálneho hranového q -zafarbenia regulárnych grafov. Zostavíme prehľad tvrdení v oblasti farbenia hrán s obmedzením na počet farieb použitých na okoliach vrcholov. Hlavným prínosom práce je odvodenie novej hornej hranice pre maximálne hranové q -zafarbenie r -regulárnych grafov, kde $q < r \leq 2q$. Formulujeme tiež hypotézu na určenie hornej hranice pre grafy bez špecifických podgrafov. Na maximálnom hranovom 3-zafarbení 5-regulárnych grafov demonštrujeme alternatívny prístup k určaniu horného odhadu. Analyzujeme štruktúru optimálneho zafarbenia a určíme dôsledok pre maximálne hranové $(r - 2)$ -zafarbenie r -regulárnych grafov bez podgrafu izomorfného s K_4 . Zostrojíme tiež nekonečnú triedu grafov, ktorá nadobúda nami stanovené horné odhady, čo dokazuje tesnosť dokázaných ohraničení.

On distance magic circulants of valency $2p$

Tereza Škublová

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

A circulant $Circ(n, S)$ is a Cayley graph $Cay(\mathbb{Z}_n, S)$, where \mathbb{Z}_n is the finite cyclic group on n elements. We suppose that $0 \notin S$, $S = -S$ and $[S] = \mathbb{Z}_n$ to get a finite, simple, unoriented and connected graph. We call a circulant $\Gamma = Circ(n, S)$ *distance magic* if there exists a bijection ℓ from the vertex set of Γ to the set $\{1, 2, \dots, n\}$ such that for each vertex x the sum of values of function ℓ through the vertices adjacent to vertex x is constant for all vertices x of Γ .

In this paper we introduce two new infinite families of $2k$ -regular distance magic circulants, one for odd $k \geq 3$ and one for even $k \geq 2$. In the case of odd k we extend the work of Miklavíč and Šparl from their article *On distance magic circulants of valency 6*, *Discrete Applied Mathematics*, 2022, where they gave a partial classification of the 6-regular distance magic circulants. We give a brief overview of their results and discuss generalizations of their theorems to $2p$ -regular circulants for any odd prime p . In particular, we prove some necessary conditions for a specific family of $2p$ -regular circulants to be distance magic and in one case we also construct a new infinite family of $2p$ -regular distance magic circulants, which is a subfamily of the already mentioned family for odd k . In the case of even k we use different methods that still follow from the results of Miklavíč and Šparl and prove that the infinite family of circulants is distance magic without explicit construction of a distance magic labelling.

This paper consists of a subset of results of the author's diploma thesis.

Sekce M7

Analysis of a Numerical Scheme for the Stochastic Allen-Cahn Equation

Denisa Hanušková

ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

This paper deals with the numerical solution of the stochastic Allen–Cahn equation. The main objective is to analyse a numerical scheme driven by a \mathcal{Q} -Wiener process. The work proposes two numerical

schemes. First, a time-discretized model is studied, for which a priori estimates are derived, followed by a proof of convergence to an analytically weak solution. In the next section, a fully discretized scheme (in both time and space) is introduced, and corresponding a priori estimates are derived, which form the basis for the subsequent convergence analysis.

This thesis was written as part of a research project at the faculty; it has not been presented at any other competition.

Optimalizace přechodu z podvodní fáze do plavání souhrou pomocí IMU senzorů a analýzy funkcionálních dat

Kristína Krivdová

MU, Brno, Přírodovědecká fakulta

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou a optimalizací přechodu z podvodní fáze do plavání souhrou na základě dat z inerciálních senzorů (IMU). Uvádíme potřebnou teorii pro modelování těchto kinematických dat, která se opírá o přístupy analýzy funkcionálních dat (FDA). V práci představujeme automatizovaný výpočetní algoritmus, který k dekompozici signálu a přesné detekci kopů využívá penalizované B-splajny a Fourierovu bázi. Pro následnou optimalizaci počtu kopů navrhujeme stavový model fyziologické únavy. Ten ve spojení s Monte Carlo simulacemi a algoritmickým vyhledáváním umožňuje určit globální optimum na míru danému plavci. Funkčnost a robustnost navrženého řešení je v závěru validována na datech z kontrolních měření elitních plavců.

Numerická aproximace JKO schématu

Jakub Osíčka

VUTB, Brno, Fakulta strojího inženýrství

This thesis studies nonlinear evolution equations as gradient flows in the Wasserstein space of probability measures. A fully discrete numerical scheme is developed in one dimension by incorporating spatial discretization of the JKO scheme, using the explicit form of the Wasserstein distance in 1D. The convergence of the scheme is established via Γ -convergence, and its accuracy is investigated through simulations of linear and nonlinear diffusion and q -Laplacian equations, including empirical analysis of convergence rates.

Implicitné numerické metódy pre modely prúdenia plytkej vody s použitím rovnovážnych premenných

Adrián Šegeda

STU, Bratislava, Stavebná fakulta

V tejto práci ukážeme, že bežne používané konzervatívne premenné pri numerickom riešení hyperbolického systému môžu vplyvom nekonzistentnej aproximácie priniesť pomerne veľké nepresnosti, a to dokonca aj pre triviálne prípady. Tento problém vyriešime zavedením rovnovážnych premenných a v implicitnej numerickej schéme budeme používať transformáciu medzi konzervatívnymi a rovnovážnymi premennými. Nakoľko táto transformácia nie je bijekcia, tak prístup nebude úplne priamočiary. Nakoniec ukážeme motiváciu, prečo môže byť výhodné používať implicitné metódy v prúde.

Finite element method with degenerate elements

Jiří Szotkowski

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Klasická metoda konečných prvků (FEM) ztrácí své aproximační vlastnosti na sítích, obsahujících degenerované elementy (tj. elementy téměř nulové míry). Nedávno vyvinutá Tempered FEM metoda (TFEM) částečně řeší problémy s degenerovanými elementy. V práci je TFEM představen a analyzován. Navíc TFEM je rozšířen na TFEM-DG metodu, která pomocí umělých elementů nulové míry a jednoduchého implementačního postupu umožňuje přímočaře implementovat nespojitou Galerkinovu metodu (DG) v rámci existující FEM implementace, pouze přidáním jediného řádku kódu. V práci provádíme teoretickou analýzu výše zmíněných problémů a technik, kterou rovněž doplňujeme numerickými experimenty. Vyvinuté metody jsou testovány na několika typech parciálních diferenciálních rovnic, zejména se při testování zaměřujeme na konvektivně dominantní a difuzní úlohy. Výsledky demonstrují, že v kontextu metody TFEM-DG nemusí degenerované elementy představovat překážku, ale užitečný nástroj.

Příspěvky autora jsou: teoretický vývoj TFEM-DG metody pro Poissonovu rovnici, teoretická analýza této metody - odhady chyby v energetické a L^2 normě, implementace a praktické testování na Poissonově rovnici. Dále pak implementace a praktické testování metody pro advekci, konvekci a Eulerovy rovnice.

Soutěžní práci hodlá autor uplatnit jako diplomovou práci. V soutěži SVOČ ani dalších soutěžích dosud žádný z výsledků uplatněn nebyl.

Sekce M8

Graph-based epidemic modelling with stratified time-varying urban mobility

Kryštof Deutschar Blažek

ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

his work develops a graph-based framework for epidemic modelling with time-varying, directed urban mobility. Starting from a continuous-time random walk, we derive a generalised graph Laplacian that encodes conservative transport and relates it to the continuous advection–diffusion equation. The framework is extended to include stratification by location, activity purpose, and age group, enabling realistic modelling of urban population dynamics. The model is applied to mobility data from Seoul, where the transport tensor is constructed from origin–destination flows and combined with an SEIR epidemic system. Numerical validation confirms first-order convergence of the solver and exact equivalence with classical finite-difference diffusion on regular grids. The results demonstrate that graph-based transport provides a scalable and accurate approach to modelling spatial epidemic dynamics under structured mobility.

Analýza šíření onemocnění COVID-19 v Ústeckém kraji

Kristýna Dvořáková

VŠE, Praha, Fakulta informatiky a statistiky

Bakalářská práce analyzuje šíření onemocnění COVID-19 a úmrtnost během koronavirové pandemie. Kromě mezikrajského srovnání se zabývá také změnami ukazatelů v rámci okresů Ústeckého kraje. Pozoruje rozdíly mezi počty diagnostikovaných onemocněním COVID-19 a úmrtnosti infikovaných mezi pohlavími i věkovými skupinami. Hlavními cíli práce bylo teoreticky vymezit problematiku šíření onemocnění COVID-19, provést kvantitativní analýzu demografických ukazatelů a vytvořit vlastní agentní model zobrazující šíření onemocnění COVID-19 v Ústeckém kraji v roce 2021.

První část této práce je teoretická, vysvětluje šíření onemocnění COVID-19 a terminologii agentního modelování, popisuje datové soubory, statistické a demografické metody, které jsou následně využívány.

Druhá část se věnuje kvantitativním analýzám šíření onemocnění COVID-19, změnám demografické struktury populací a mírám úmrtnosti.

Ve třetí části práce podrobně popisuje použité parametry vlastního modelu a jeho konstrukci. Poté porovnává výsledky modelu se skutečnými daty.

Most probable paths in energy landscapes via Onsager–Machlup Action

Jan Engler

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

During a chemical reaction, the interaction between atoms and molecules is given by a potential landscape in configuration space, and the reaction itself is a path in configuration space. We study the most probable path in configuration space for a system undergoing overdamped Langevin dynamics. The most probable path is the minimizer of the Onsager–Machlup action (OM), which we find using neural networks. This allows us to calculate the reaction coordinate, activation energy and reaction time without having to perform expensive MD simulations. We develop a simple method which does not need any reinforcing of continuity or boundary conditions in the minimization. We demonstrate the approach on Müller-Brown and Lennard-Jones potentials, comparing it to the widely used FW action and MEP, which are easier to compute but give only approximations of the most probable path. We then change the final time of the path and compute how the action depends on it in accordance with Hamilton-Jacobi theory.

This work is submitted to the competition SVOČ 2026 in category M8 (Mathematical models of dynamics). It is also a part of my bachelor thesis and was previously submitted for the Student faculty

grant in Charles University at MFF UK, all under supervision from doc. RNDr. Michal Pavelka, PhD. The contributions of the author are implementation of all code in PyTorch, as well as the methodology: using affine transformations and computing Hamiltonians and saddles.

On simple epidemic models with spatial structure

Ján Glut

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

In this work, we study reaction-diffusion epidemic models on a bounded domain, with spatially variable coefficients. Lately, in literature, many authors explored the reaction-diffusion SIR(S)-type model. We re-examine some of their findings, and apply them on a simpler, SI(S)-type model. There, under some additional assumptions, we derive stronger results regarding the uniqueness and asymptotic stability of the endemic equilibrium. Finally, we explore the extension of this system, SII(S), with another pathogen, under a competitive exclusion dynamics. We provide qualitative results regarding the existence of the co-existence equilibria and the pathogen extinction.

Matematické modely fázových přechodů v kovových materiálech

Filip Kotlas

ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

Práce se zabývá modelováním fázových přechodů v kovových materiálech pomocí metody fázového pole. Jsou definovány základní pojmy a odvozeny základní varianty metody. Dále je uveden model pro fázový přechod řízený koncentrací a je provedena jeho asymptotická překrývací analýza. Ta představuje hlavní přínos této práce, neboť v dostupné literatuře dosud nebyla popsána. Do tohoto modelu jsou následně dosazeny konkrétní funkce částečně odpovídající slitině Zr2.5Nb. Je odvozeno jeho numerické schéma a popsány numerické metody použité k jeho řešení. Následně je provedeno několik výpočtů, na kterých je prokázáno základní fungování modelu a popsány různé efekty změny fáze v dané slitině.

Práce vznikla jako součást autorova výzkumného úkolu a v budoucnu bude rozšířena do diplomové práce.

Learning Higher-Dimensional Hamiltonian Dynamics

Michal Krpata

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Direct Poisson Neural Networks (DPNNs) offer a powerful, data-driven approach to learning the dynamics of Hamiltonian systems on Poisson manifolds. A key advantage of this framework is its capability to learn even non-canonical and degenerate systems. However, this flexibility comes at a high computational cost, especially when applied to systems of higher dimension, where the primary bottleneck is enforcing the Jacobi identity on the learned Poisson brackets. In practice, this involves penalizing the violation of a system of nonlinear PDEs at each data point, which can also be seen as minimizing a norm of a third-order tensor.

The primary contribution of this work is the exploration of more efficient methods for enforcing the Jacobi identity. In addition to an optimized implementation of the original method, new approaches utilizing tensor norm approximations are proposed, which allow scaling DPNNs to higher-dimensional systems. We demonstrate the efficacy of these methodologies on a high-dimensional harmonic oscillator and a system of coupled rigid bodies.

This paper is a summary of results which will be presented in the author's bachelor's thesis.

Numerical modeling of contact angle hysteresis

Ema Madziová

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Contact angle hysteresis refers to the difference between the advancing and receding contact angles. In this work, we study a thermodynamically consistent mathematical model of a Korteweg–Van der Waals liquid–vapor system with novel dynamic boundary conditions. These conditions are based on two assumptions: the surface Helmholtz free energy depends on both surface temperature and bulk density, and a thermodynamic constraint ensures non-negative entropy production. This framework naturally introduces dynamic surface tension.

Numerical simulations performed using the finite element library FEniCS show that the resulting hysteresis curve agrees well with results obtained from models based on different physical assumptions, indicating that the proposed model captures the essential features of dynamical contact angle hysteresis.

The first chapter introduces the model, while the second presents the simulation methodology, including contact angle evaluation, and discusses the results. The outcomes will be used in the author's bachelor's thesis and have not yet been presented in competitions such as SVOČ.

Stochastic Gene Expression under Sequestration: Noise Reduction and Emergent Distributions

Olha Morozova

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

This work studies a stochastic model of bursty protein expression with reversible protein sequestration. In the model, free protein is produced in random bursts, degraded over time, and can switch to a bound inactive state. The main goal is to understand how this reversible switching affects the stationary distribution and noise of the free protein. The process is analysed using stochastic simulations and the analytical Chapman–Kolmogorov equation. Moment equations derived from the stationary master equation are used to compute moments up to third order, which allow us to study the protein mean, noise, and distribution skewness. The results show that the mean free protein level is independent of the sequestration rates, whereas the distribution shape depends strongly on the exchange kinetics, in particular the dissociation rate. Limiting regimes are studied to obtain simpler approximations and to clarify the mechanisms behind the full model. In the slow-exchange regime, the system behaves close to the classical bursty expression model without sequestration. In the fast-exchange regime, sequestration buffers fluctuations and reduces the effective burst size. At intermediate exchange rates, the stationary distribution is not simply gamma-shaped and shows stronger asymmetry. We also show that the fast-exchange and slow-exchange limits do not commute with the tail asymptotics of the stationary distribution. The work shows that sequestration acts as a noise-modulating mechanism: it preserves the mean free protein level, but changes the variance, skewness, and tail behaviour of its stationary distribution. This work forms part of the author's master's thesis.

Complex Dynamics of Quantum State Distillation

Tomáš Nguyen

ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

This work investigates the qualitative behavior of iterated protocols for quantum state distillation, modeled through the framework of complex dynamics. The action of a protocol is represented by the iteration of rational maps on the complex plane. We define the relevant class of these maps and conduct a rigorous analysis of their dynamical properties.

A significant portion of the work is dedicated to the study of hyperbolicity. We establish criteria for hyperbolicity, characterize the underlying symmetries, and discuss the structure of the hyperbolicity locus. Theoretical results are complemented by algorithmic numerical visualizations of the basins of attraction, providing a comprehensive characterization of the stability and convergence of the corresponding protocols.

The primary contribution lies in the presentation of new theoretical findings within the context of the maps defined by the process. Most notably, we derive an original annular hyperbolicity criterion and prove the fourfold symmetry and unboundedness of the hyperbolicity locus. These results extend the current state of knowledge in the field and have been presented within an international context.

Conducted as part of a research project, this work explores in greater depth the topics studied in the author's Bachelor's thesis. None of the results presented herein have been previously submitted to the SVOČ competition or any other competitions of a similar nature.

Third medium method for contact problems in continuum mechanics

Pavol Šimkovič

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

This work is the first part of my diploma thesis on third medium method. The third medium method is an elegant way to compute contact problems in elastic deformation by adding a fictional medium of

extremely low stiffness between the contacting bodies. It transfers the force from one body to another and prevents penetration. Contact problems are hard problems in deformation and classical approaches involve boundary tracking, which may get computationally expansive and hard to implement. The method is widely studied and current research focuses on regularization techniques that allow to compute extreme deformation in the third medium. In this work, I study the method without regularization with the aim to find limits of such approach and understand why and where the regularization is necessary. Also, I present a sensitive test of the unwanted influence of the medium before contact happens. In further research that is not complete yet, I want to study regularization techniques from the latest research and also apply the method to evolution problems.

Sekce I1

Efficient Algorithms for Finding Winners in Vote Streams

Adam Beneš

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

This paper studies the problem of efficiently approximating the Single Transferable Vote (STV) outcome in large elections using streaming and limited memory. We show that directly applying hierarchical heavy hitter techniques is impractical due to exponential dependencies on the number of candidates. To achieve polynomial space complexity in the number of candidates, we propose a sampling-based approach, analyzing it using Chebyshev and Chernoff bounds to guarantee that the approximate elimination order remains close to the true order with high probability. We further refine the sampling method to reduce the number of sampled votes. Finally, we establish a lower bound on the memory complexity of any streaming algorithm for STV by a reduction to the Index problem, proving that at least exponential space is necessary for exact STV. This paper will be used as my Bachelor thesis.

Half-Life

Vasiľ Chorev

UPJŠ, Košice, Prírodovedecká fakulta

Conwayova Hra života je základný dvojrozmerný celulárny automat. Práca navrhuje a analyzuje nový trojstavový automat *Half-Life*, ktorý možno chápať ako diskkrétne rozšírenie Hry života inšpirované myšlienkou fuzzy stavov. Na prieskum jeho veľkého priestoru parametrov sme v jazyku Rust implementovali paralelný vyhľadávaci nástroj s automatickou klasifikáciou vzorov. V rámci vykonaných experimentov vznikol katalóg 514 pravidiel, pri ktorých nástroj našiel pohyblivé štruktúry, a 3 381 nájdených vzorov. Experimenty naznačujú, že nesúvislé intervaly prežitia môžu zvyšovať výskyt pohyblivých alebo oscilujúcich vzorov. V rámci práce sme zároveň navrhli a vyvinuli *Fuzzy Life*, interaktívnu webovú aplikáciu v knižnici React na simuláciu a vizualizáciu rôznych tried celulárnych automatov v reálnom čase, a integrovali sme do nej objavené pravidlá a vzory.

Moran process with immortal individuals

Martin Fof

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

We study the immortal Moran process, a modification of the standard Moran process on graphs in which certain types cannot be overwritten. We focus on the case of two immortal types, which we call the World Conquest process, and analyze it through the lens of a two-player game. We compute the game value exactly for several standard graph families. In the case of complete graphs, we establish an exact correspondence with generalized diagonal Pólya urns. The main contribution of this work is the proof that neither player is inherently dominant. For any fitness values and any $\varepsilon, \delta > 0$, there exists a graph on which the second player wins at least $1 - \delta$ of all vertices with probability at least $1 - \varepsilon$, regardless of the first player's choice. The construction achieving this is a new family of graphs, which we call weighted super simplex graphs. Combined with the star graph, where the first player wins all but one vertex with certainty, this demonstrates that the game value can be pushed arbitrarily close to either extreme. This work is a slightly shortened version of the author's bachelor thesis.

Realization graphs of every degree sequence is Hamiltonian

Petr Hladík, Jiří Fink

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Given a degree sequence d , the *realization graph* $\mathcal{G}_{\mathcal{F}}(d)$ is the graph whose vertices are all labeled realizations of d , where two realizations are adjacent if they differ by a single 2-switch. We prove that $\mathcal{G}_{\mathcal{F}}(d)$ admits a Hamilton path for every degree sequence d .

The problem was initiated by Arikati and Peled (1999), who showed that $\mathcal{G}_{\mathcal{F}}(d)$ contains a Hamilton cycle whenever d has majorization gap 1. Later, Barrus (2016) and independently Mütze (2023) asked whether a Hamilton path or cycle exists in $\mathcal{G}_{\mathcal{F}}(d)$ for every degree sequence d . As a consequence, we obtain that the interchange graph of $(0, 1)$ -matrices with prescribed row and column sums has a Hamilton path, thereby answering a question of Brualdi (1980).

Dependence of the fixation time in the Moran process on the initial vertex

Adam Jahoda

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

The Moran process on graphs is a model of mutation spread in structured populations. We study a version in which the resident population cannot fight back against the mutation, so everyone eventually becomes mutated. We are interested in how the time required for the entire population to be mutated depends on population structure and the location of the first mutated individual. We find an asymptotically tight upper bound on this time on undirected graphs and identify graphs that are very fast from some vertices and slow from others. We also study k -partite graphs and very dense graphs, in both cases proving that the process is fast from every vertex. This work will be used with small changes as the author's bachelor's thesis.

Algorithmic techniques for Target Set Selection

Matěj Kříž

ČVUT, Praha, Fakulta informačních technologií

We study the TARGET SET SELECTION (TSS) problem from the perspective of approximation algorithms. As the TSS problem is known to be hard to approximate in the general case, we focus on restricted graph classes and restricted thresholds. We primarily study the use of greedy algorithms, which, to the best of our knowledge, have not been studied in the context of TSS before. We analyze three intuitive greedy rules: while they achieve a constant approximation guarantee on paths (and two of them also on trees), we show they can perform arbitrarily poorly even on grid graphs. Our results further highlight the difficulty of designing approximation algorithms for TSS. Finally, we combinatorially study the approximability of TSS on low-density graphs, establishing a general lower bound on the size of optimal solutions and demonstrating its application in several examples.

Shannon switching game and its variants

Júlia Križanová

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

The Shannon Switching Game is a two-player combinatorial game on a graph in which Short aims to maintain a connection between two distinguished vertices, while Cut tries to destroy it. This work studies the classical game and several variants motivated by network maintenance, temporary edge ownership, and recurrent scheduling. Chapter 1 introduces the necessary background from graph theory, matroid theory, and Pinwheel Scheduling. Chapter 2 presents the classical Shannon Switching Game in Lehman's matroidal formulation, proves Lehman's characterization theorem, and gives an algorithmic winning strategy for Short. The original contribution in this chapter is a more detailed and accessible exposition of several technical matroidal arguments and an algorithmic description of Short's winning strategy. Chapter 3 contains the main original results on generalized (k, ℓ) -games, where players may claim multiple edges per round; in particular, it proves that $(k+1)$ edge-disjoint spanning trees are sufficient for Short in the symmetric (k, k) -case. Moreover, it shows that the classical necessity condition does not extend directly for $k \geq 2$, and discusses related algorithmic and complexity questions. Chapter 4 introduces Repairable Flow Networks as a general framework for modeling connectivity under repeated failure and repair. Chapter 5 develops the original unifying perspective of the work by relating Shannon Switching Games and Pinwheel Scheduling as special cases of repairable networks, introducing Shannon Games with

period timers, and discusses how graph structure and timing constraints interact in such models. The chapter also formulates open questions and conjectural directions for future research. Overall, the work connects combinatorial game theory, matroid methods, network repair, and recurrent-task scheduling within a common mathematical model.

Sekce I2

An English Joke, a Spanish Punchline, and a Slovak Dataset Walk Into a Paper: An Experiment in Pushing the Boundaries of Modern Large Laughing Models

Lucia Ganajová

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Humor, as a natural part of human language, remains difficult for large language models to fully grasp, especially across different languages and resource settings. We present two distinct approaches to humor generation. In high-resource languages (English, Spanish, Chinese), we introduce our system for SemEval-2026 Task 1 (MWAHAHA, Subtask A: multilingual constrained humor generation). RAGthoven decomposes creative text generation into a multi-stage large language model (LLM) pipeline (Planner, Writer, Reflector, Judge), grounded in computational humor theories (Benign Violation Theory, Script-based Semantic Theory of Humor) and iteratively refined through prompt engineering across ten experiments, the final two adopting an agentic approach. Complemented by a retrieval-augmented generation (RAG) component, the system ranks first in all three evaluated languages. In contrast, for Slovak, a low-resource language, we propose a linguistically grounded framework that formalizes jokes as structured (X, Y, XZ) triples. Our pipeline leverages the Hunspell dictionary as its primary lexical resource and incorporates lemmatization, semantic filtering, and meaning extraction, with human evaluation to ensure humor quality, followed by controlled LLM-based generation using both conservative and humor-oriented prompting strategies. This approach results in the first dataset of 874 structured Slovak jokes and demonstrates that combining linguistic constraints with LLMs enables coherent and interpretable humor in low-resource settings.

Complexity of trained neural networks' decision boundaries, and its relationship with the adversarial robustness

Paulína Jaremčuková

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Modern neural networks remain vulnerable to small, deliberate perturbations known as adversarial examples. Since their discovery in 2014, several hypotheses about the underlying cause have been proposed; however, no clear consensus has been reached yet.

This work analyses robustness of neural networks in relation to the complexity of their decision boundaries. We achieve this by evaluating trained models using methods from prior research, measuring local curvature and boundary irregularity, and assessing their robustness against different adversarial attacks. In addition, we examine how adversarial examples differ from randomly sampled boundary instances and the clean images.

The aim of this work is to provide the insight into the behavior of decision boundary in different parts of input space, linking its geometric properties with adversarial robustness across models.

Weakly Supervised Multicentric Grading of Ulcerative Colitis using Multiple Instance Learning and Histopathology Foundation Models

Adam Kukučka

MU, Brno, Fakulta informatiky

Histologic assessment of ulcerative colitis (UC) activity is an important endpoint in clinical trials and routine care, but manual grading with indices such as the Nancy histological index (NHI) is time-consuming and prone to observer variability. While computational pathology methods can automate scoring, many approaches depend on dense region-level annotations, which are costly to obtain, particularly in heterogeneous, multicenter cohorts.

We propose a weakly supervised multiple instance learning (MIL) approach for whole-slide images that learns from case- and slide-level NHI labels, leveraging foundation models. Our method targets cli-

nically relevant endpoints, including neutrophilic activity and derived Nancy-low/high groupings. These specialized branches are unified via a Markov Chain, enabling full five-grade NHI prediction alongside an ordinal-aware confidence score.

On a multicenter dataset of H&E-stained colon biopsies from three hospitals (2019–2025), we evaluate multiple foundation model encoders and aggregation strategies. We find that foundation model choice and resolution substantially affect performance, with Virchow2 providing the most consistent gains, and that a simple ensembling rule improves five-grade NHI prediction compared to a hierarchical gating baseline. Crucially, our model achieves high agreement on hold-out data (weighted $\kappa = 0.85$), proving highly competitive with fully-supervised state-of-the-art systems despite relying only on weak labels.

Overall, our results demonstrate that weakly supervised MIL with modern foundation-model representations, combined with rigorous uncertainty quantification, can provide robust, interpretable UC histology activity assessment in realistic multicenter settings.

This work represents my original authorial contribution. I designed the methodology, conducted the experiments, and performed the evaluation. This work is also submitted as a master thesis and is derived from a co-authored article currently under peer review at an international conference, where I am the main author and wrote its content. This work has not been submitted to any previous years of SVOČ or other similar competitions.

Memory Assignment for Finite-Memory Strategies in Adversarial Patrolling

Vojtěch Kůr

MU, Brno, Fakulta informatiky

Adversarial Patrolling games form a subclass of Security games where a Defender moves between locations, guarding vulnerable targets. The main algorithmic problem is constructing a strategy for the Defender that minimizes the worst damage an Attacker can cause. We focus on the class of finite-memory (also known as regular) Defender’s strategies that experimentally outperform other competing classes. A finite-memory strategy can be seen as a positional strategy on a finite set of states. Each state consists of a pair of a location and a certain integer value—called memory.

Existing algorithms improve the transitional probabilities between the states but require that the available memory size itself is assigned at each location manually. Choosing the right memory assignment is a well-known open and hard problem that hinders the usability of finite-memory strategies. We solve this issue by developing a general method that iteratively changes the memory assignment. Our algorithm can be used in connection with any black-box strategy optimization tool. We evaluate our method on various experiments and show its robustness by solving instances of various patrolling models.

This submission is based on the author’s bachelor’s thesis, focusing on the refined presentation of the methodology and results.

Application of Random Fields in Variational Quantum Algorithms

Jan Michálek

VUTB, Brno, Fakulta strojního inženýrství

The training efficiency of Variational Quantum Algorithms (VQAs) is fundamentally dictated by the geometry of their cost function landscapes, which can be formally analyzed by mapping these functions to random fields on manifolds. Instead of VQAs we can then directly study the corresponding random fields, in our case the Wishart Hypertoroidal Random Fields (WHRFs). We are especially interested in the distribution of critical points (especially local minima) of WHRFs. For this purpose, the Kac-Rice formula is presented, reformulated and simulated. The findings identify phase transition in the distribution of local minima. Beyond a specific threshold, local minima concentrate near the global minimum in function value, meaning that even local minima are good approximators of the global one. The threshold is governed by the ratio between the problem Hamiltonian degrees of freedom and by the number of independent parameters in the VQA. Since the degrees of freedom parameter scale exponentially we propose symmetry reduction operations to lower degrees of freedom and subsequently also the threshold for better trainability.

Tracing Morph Origins in Czech: A Computational Approach to Morph-Level Etymology

Aleš Manuel Papáček

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

This work introduces a new machine learning task at the intersection of morphology and etymology, predicting the origin of individual morphs (minimal meaning-bearing units) in Czech words. Given morphologically segmented Czech sentences, the aim is to determine for each morph whether it is native or borrowed and, if it is borrowed, through which languages it entered Czech. Although some linguists have examined etymology at the level of individual morphs rather than whole words (Arkadiev, 2015), to our knowledge, no prior computational study has addressed this task at the morph level.

We created a manually annotated dataset of 300 Czech sentences comprising around 10,000 morphs with morph-level etymology labels, and evaluated several machine learning approaches using character-based and structural features. Our best lightweight system is a feed-forward neural network with a single hidden layer, trained on data augmented with entries from an etymological dictionary, reaching 96.5% F1 on the test set. We also designed and evaluated multiple in-context prompting variants for large language models. In the setting where the full training set is provided in the prompt, the best model, Claude Opus 4.5, achieved 97.8% F1.

The present work is a direct continuation and substantial extension of the bachelor thesis *Identification of Morpheme Origin* (2025). The thesis covers the theoretical background in greater detail, while this version focuses on substantial experiments with several large language models and on an application of the learned model to a diachronic Czech legal corpus. The author’s main contribution lies in the creation and manual annotation of the dataset, implementation of the experimental pipeline, execution of the experiments, and analysis of the results. The work was developed under the supervisor’s guidance, especially in the design of the experiments and in shaping the final form of the text.

A version of this work was accepted for presentation at the 4th Workshop on Language Technologies for Historical and Ancient Languages, co-located with LREC 2026, a conference ranked B in the CORE ranking. The code, prompts, and dataset are released as open source.

LSP-DETR: Efficient and Scalable Nuclei Segmentation in Whole Slide Images

Matěj Pekár

MU, Brno, Fakulta informatiky

Precise and scalable instance segmentation of cell nuclei is essential for computational pathology, yet gigapixel Whole-Slide Images pose major computational challenges. Existing approaches rely on patch-based processing and costly post-processing for instance separation, sacrificing context and efficiency. We introduce LSP-DETR (Local Star Polygon DEtection TRansformer), a fully end-to-end framework that uses a lightweight transformer with linear complexity to process substantially larger images without additional computational cost. Nuclei are represented as star-convex polygons, and a novel radial distance loss function allows the segmentation of overlapping nuclei to emerge naturally, without requiring explicit overlap annotations or handcrafted post-processing. Evaluations on PanNuke and MoNuSeg show strong generalization across tissues and state-of-the-art efficiency, with LSP-DETR being over five times faster than the next-fastest leading method HoVer-NeXt. Code and models are available at <https://github.com/RationAI/lsp-detr>.

When Neural Networks Fails: An Analysis of Adversarial Examples in Image Classification

Jana Polašková, Iveta Bečková, štefan Pócoš, Igor Farkaš

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Deep learning models have achieved remarkable success across various domains, yet they remain vulnerable to adversarial examples, small carefully crafted perturbations of input images that cause models to make incorrect predictions. These adversarial examples are usually indistinguishable from the original input, yet the model classifies them incorrectly, which implies the lack of robustness of trained models.

This work explores different neural network architectures, including fully connected networks, classical convolutional networks, and residual networks, under four types of adversarial attacks constrained by different L_p norms. We evaluated attack success rates across multiple datasets and observed how different models behave when faced with various adversarial examples. All attacks are remarkably effective

across all models and lead to misclassification almost every time.

Next, we investigate how adversarial examples affect the internal representations of networks by analyzing the nearest neighbors and class manifold proximity across layers. Our results show that misclassification often occurs in the last couple of layers of the models, with variations depending on the dataset and the model used.

In order to use a large model such as ResNet-18, we apply principal component analysis to reduce unnecessary dimensions and to lower time complexity. We also analyze how this reduction affects the results.

This work highlights the importance of understanding not only if a model fails under a given attack but also how and where these failures occur within the network architecture.

The project started as the main author's bachelor's thesis. The other authors contributed as consultants and supervisors, and it later developed into a journal article published in PeerJ Computer Science.

Efficient Multi-Objective Reinforcement Learning with Expressive Function Approximators

Adam Štafa

MU, Brno, Fakulta informatiky

Recent advances in deep reinforcement learning (RL) have shown that improving neural network architectures can yield substantial gains in sample efficiency and asymptotic performance without altering the underlying algorithms. In contrast, work on multi-objective reinforcement learning (MORL), which aims to discover a set of policies that balance trade-offs among conflicting objectives, has predominantly focused on algorithmic innovations, leaving architectural questions underexplored. While the optimal policies and value functions can differ significantly depending on the trade-offs, MORL algorithms commonly represent them with simple feedforward networks conditioned on the trade-off. This raises the question of whether their performance could be improved with more expressive function approximators. In this paper, we integrate recent advances in neural network design, namely (i) observation and feature normalization, (ii) weight normalization, and (iii) modeling of distributional returns, with an entropy-regularized MORL algorithm. Empirical results across standard continuous-control benchmarks demonstrate that these changes substantially improve the quality of the produced solution sets without requiring major changes to the underlying algorithm.

This work is based on the paper “Architectures over Algorithms: Network Modernization Improves Multi-Objective Reinforcement Learning” submitted to RLC 2026 by Adam Štafa, Santeri Heiskanen, Petr Novotný, and Joni Pajarinen. Adam Štafa is the main author of the paper and was responsible for identifying the research gap in MORL architectures, implementing the Momba algorithm, and collaboratively framing and writing the paper. This document also serves as the basis for the author's Master's thesis.

Pokročilé architektúry neurónových sietí na predikciu oblačnosti a zrážok

Bianka Szepesiová

UPJŠ, Košice, Prírodovedecká fakulta

Táto práca sa zaoberá krátkodobou predikciou oblačnosti a zrážok z radarových dát. Riešenie vychádza z difúzných modelov, konkrétne z architektúry DYffusion, ktorá kombinuje stochastický interpolátor a deterministický forecaster na predikciu budúceho stavu. Na rozdiel od klasických difúzných prístupov model nepracuje so šumom, ale využíva interpoláciu medzi reálnymi snímkami. Do modelu sú zároveň zahrnuté meteorologické merania z 28 staníc, ktoré poskytujú doplnkový kontext.

Model bol natrénovaný na radarových snímkach SHMÚ s časovým rozlíšením 5 minút a predikčným horizontom 60 minút. Výsledky predikcie boli vyhodnotené na území Slovenska pomocou metrick MAE, CSI, FAR, POD a F1-score a porovnané s naivnou predikciou Persistence, ktorá používa posledný dostupný radarový obrázok ako predikciu.

Výsledky ukazujú, že Persistence je presnejšia pri krátkych časových horizontoch. Použitý model však lepšie zachytáva pohyb a zmeny zrážok v čase a dosahuje stabilnejšie výsledky pri dlhších predikčných horizontoch. Zároveň častejšie identifikuje možné zrážky, čo vedie k vyššej citlivosti, ale aj k väčšiemu počtu falošných poplachov.

Prínosom práce je implementácia a prispôsobenie modelu DYffusion pre radarové dáta SHMÚ, jeho rozšírenie o meteorologické informácie a návrh spôsobu transformácie radarových snímkov do jednodimenzionalnej reprezentácie zodpovedajúcej intenzite zrážok. Táto práca vychádza z diplomovej práce a jej výsledky

naznačujú, že difúzne modely môžu byť vhodným prístupom pre pravdepodobnostné modelovanie vývoja počasia.

Rigorous evaluation of Large Language Models in university mathematics

Kristian Tichota, František Kýn, Andy Wendler, Tomáš Havlíček, Adam Uher, Elena Benešová, Ondřej Šimek, Kristýna Vítková, Jonáš Jiří Koňář, Jiří Cellárik
ZČU, Plzeň, Fakulta aplikovaných věd

As large language models (LLMs) increasingly saturate standard mathematical benchmarks, such as the AIME 2025 benchmark, the reliance on automated final-answer string-matching evaluation metrics may obscure deficiencies in automated reasoning. This paper presents an empirical, human-in-the-loop evaluation of both high-parameter proprietary models (Gemini 2.5 Pro, ChatGPT 5 with Reasoning) and low-parameter open-weights models (Magistral Small 1.2, gpt-oss-20b) within the domains of undergraduate real analysis and discrete mathematics.

Our approach focuses on the logical soundness and elegance of the intermediate argumentation. Our findings indicate some prevalence of superficial coherence: high-parameter models frequently arrive at correct conclusions despite deeply flawed intermediate logic. We highlight the severe pedagogical risks of these subtle hallucinations.

Machine Learning on graphs: Approaches to generation of (k, g) -graphs and deciding extensibility of partial automorphisms

Samuel Varchol, Vladimír Jančár, Ján Pastorek
UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Motivated by the recent success of machine learning in complex, applied combinatorial problems such as protein folding, we investigate its applicability to two problems in graph theory. As a preliminary step toward the demanding problem of generation of graphs with prescribed degree and girth (minimum cycle length), (k, g) -graphs, we first evaluate message-passing graph neural networks and a hybrid graph transformer on two easy node-level prediction tasks: vertex degree and girth. We identify the graph isomorphism network (GIN) as the most capable architecture. We encounter the limitations of supervised data in the domain of generation of (k, g) -graphs. Therefore, we use an unsupervised reinforcement learning framework using Proximal Policy Optimization. This approach demonstrates the possibility of (k, g) -graph generation by identifying small cage graphs from scratch.

In the second experiment, we assess whether GINs can predict the extensibility of a partial automorphism to a full automorphism. GINs hit a performance ceiling at 78% accuracy on a custom dataset. This seems to suggest either that a bigger dataset is needed, or that resolving some structural problems requires mechanisms beyond standard message-passing.

This work will be submitted as a bachelor thesis.

Sekce I3

Detekcia škvrín na historických dokumentoch pomocou synteticky generovaných dát

Miriám Grznárová
UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Detekcia degradácií na historických dokumentoch je dôležitá pre ochranu kultúrneho dedičstva. Jedným z problémov sú škvrny spôsobené foxingom, výkalmi, baktériami a hubami, ktoré môžu poškodiť cenné informácie v dokumentoch. Automatická detekcia takýchto škvrín je obmedzená nedostatkom anotovaných tréningových dát. Jednou z možností riešenia je využitie synteticky generovaných dát. Kvalita syntetického datasetu však výrazne ovplyvňuje schopnosť modelov učiť sa relevantné vizuálne vlastnosti a následne generalizovať na nové vzorky. Cieľom práce je vytvoriť a analyzovať syntetický dataset obsahujúci degradácie na historických dokumentoch a preskúmať jeho využiteľnosť pri tréningu detekčných modelov. Reálne historické listiny sú poskytnuté reštaurátormi z VŠVU. Dataset je zároveň vytvorený v spolupráci s mikrobiológmi z SAV, ktorí poskytli vzorky baktérií a húb slúžiace ako základ pre generovanie syntetických dát. V práci budú skúmané rôzne prístupy generovania syntetických dát a analyzovaný ich vplyv na úspešnosť detekcie pomocou metrík precision, recall a mAP. Motiváciou práce je znížiť riziko nesprávnej identifikácie degradácií neodborníkmi a vytvoriť základ pre aplikáciu, ktorá by pomáhala

identifikovat potenciálně biologické poškodenia a upozorniť na škvrny, ktoré sa môžu ďalej rozširovať.

Moderní metody registrace mikroskopických obrazů

Vojtěch Hora

VUTB, Brno, Fakulta strojního inženýrství

Tato bakalářská práce se zabývá automatickou registrací mikroskopických obrazů, která je klíčovým krokem při analýze a rekonstrukci dat. Práce analyzuje klasické algoritmy (SIFT, ORB, ECC) a moderní modely hlubokého učení. Hlavním přínosem je návrh vlastní konvoluční neuronové sítě, která přímo predikuje parametry podobnostní transformace a poskytuje tak rychlé hrubé zarovnání vstupního obrazu. V praktické části jsou navržena síť i referenční metody experimentálně vyhodnoceny z hlediska přesnosti, robustnosti a výpočetní náročnosti. Na základě výsledků je nakonec navržena hybridní registrační pipeline optimální pro registraci obrazu v kontextu elektronové mikroskopie.

Design and Evaluation of a Stylistically Personalized Private Generative AI Workflow

Ján Hučko

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Generative image systems are becoming increasingly relevant to professional creative practice, but they are often not well aligned with how visual artists actually work. Many current tools are primarily oriented toward producing finished images from prompts, while artists often need support for exploratory, iterative work and for developing ideas from their own materials. At the same time, the use of these systems is entangled with broader concerns about economic pressure driving adoption, artistic autonomy, trust, and privacy. This work presents research carried out during an academic mobility, which now forms the foundation for an ongoing master's thesis on the design and evaluation of a private, stylistically personalized generative AI workflow.

The contribution of the presented work lies in the design, implementation, and evaluation of a workflow that brings several of these concerns together in one system. The workflow runs locally within a private network, supports personalization to an individual artist's style, and gives the user more direct influence over the generative process through exposed conditioning methods and adjustable parameters. Technically, it combines diffusion-based image generation with LoRA fine-tuning and image-based guidance on consumer-grade hardware. It was evaluated in an exploratory qualitative study with two professional artists. Participants used the system for one creative session which led to the collection of multiple sources of data: post session interviews, questionnaires, screen/audio recordings and generated outputs.

Results indicate that the workflow achieved high perceived stylistic fidelity and was useful for ideation and reference generation, while also revealing limitations in iterative control. A recurring issue was insufficient support for editing and geometry-constrained guidance when participants wanted to work with existing material. The study also showed that privacy had different meanings for the two participants: for one, the private setup was important for trust in working with personal material, while for the other it mattered mainly for confidential professional use.

These findings now guide the continuation of the master's thesis, which extends the project through a redesigned workflow focused more directly on editing and structural control.

Kalman-Based Frame Objects Correlation in Astronomical Image Processing

Lucia Lahučková, prof. RNDr. Roman Ďurikovič, PhD., Mgr. Matej Zigo, PhD., Mgr. Jiří Šilha, PhD.

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

This paper presents a Kalman-based approach to frame objects correlation from time-ordered detection points produced by an upstream image-processing pipeline. The proposed method models object motion with a linear constant-velocity state and uses recursive prediction and correction to link detections into short tracklets under measurement uncertainty, providing an interpretable and computationally efficient solution for optical observations with short time spans and moderate apparent motion.

The main contribution of this work lies in the implementation and evaluation of the Kalman filter for tracklet building as an alternative to traditional analytical matching approaches. The method represents the final proposed solution developed within the author's diploma thesis, where different strategies for object association were explored and compared.

Application of level set methods for habitat segmentation from satellite images

Slávka Martinčeková

STU, Bratislava, Stavebná fakulta

The objective of this paper is to use level set methods for the segmentation of habitats from satellite images. The work will consist of mathematical models describing the evolution of an interface in the level-set formulation, namely motion in the normal direction with constant velocity, edge-based normal motion, advection by a prescribed vector field, and curvature-driven models. In the curvature-driven models, the motion is based on mean curvature flow and the geodesic active contours model, together with its optimization using the narrow band level set method. To numerically solve the proposed equations, different approaches will be used, each tailored to a specific model. The implemented methods will be tested on synthetic data to compare the results and analyze the behavior of the models. Subsequently, the model achieving the best segmentation results on synthetic data will be applied to the segmentation of real data, specifically multispectral satellite images obtained from the Sentinel-2 mission.

Evaluation Framework for Resource-Constrained Georeferencing Systems on Small Satellites

Tuan Dávid Nguyen Van

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Small satellites are increasingly used for Earth observation, but their limited on-board resources and less precise attitude control make accurate georeferencing a challenging problem. Precise geolocation is critical for downstream tasks like change detection and object identification, where spatial consistency is paramount. This paper proposes a reference dataset and an evaluation system for georeferencing satellite images. The dataset is constructed from publicly available PhiSat-2 imagery by calibrating a rigorous pushbroom sensor model, extracting tie points with learned feature matchers such as EfficientLoFTR and SuperPoint + LightGlue, and fitting rational polynomial coefficient (RPC) models for compact geometric representation. Robust optimization and outlier rejection are used to improve calibration stability and reduce the influence of incorrect matches. The evaluation system takes RPC models generated by external georeferencing algorithms, orthorectifies the corresponding images, measures CPU and RAM usage, and computes the geolocation error using the same procedure as for the reference dataset. This allows different algorithms to be compared using the same input data and evaluation procedure. Experiments across scenes with varying terrain complexity and imaging conditions show that performance can differ substantially between methods. The proposed approach supports reproducible benchmarking of georeferencing algorithms using small-satellite imagery.

SpheroSeg: Advancing Tumor Spheroid Analysis Through Open-Source Deep Learning

Michal Průšek

ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

Three-dimensional tumor spheroids are among the most widely used laboratory models in cancer research and drug discovery. Measuring their size, shape, and growth from microscopy images is a routine but labour-intensive task that slows down almost every laboratory relying on them. Automated tools exist, yet the neural-network systems powerful enough to handle the full diversity of spheroid images typically demand more graphics-card memory than laboratories can spare on a single task.

We present **SpheroSeg**, a publicly-hosted platform that lets any researcher upload a microscopy image in a web browser and receive an accurate spheroid outline within a second. Alongside the platform we publicly release the largest expertly-annotated spheroid dataset of its kind—more than twenty-two thousand bright-field images spanning seven cancer cell lines, each mask manually corrected by experts—and use it to systematically compare a family of lightweight neural networks.

The comparison yields an unexpectedly practical lesson: the choice of *training data* has a more reliable effect on segmentation accuracy than any of the architectural variations we tried, and scaling any of parameters, compute, or backbone capacity within the lightweight budget *degrades* rather than improves accuracy. Our best model reaches over 93% overlap with expert annotations, comparable to the agreement reported between independent human annotators in the biomedical-imaging literature. **SpheroSeg** is publicly accessible as a hosted service at spherosegapp.utia.cas.cz, where readers can evaluate the deployed models on their own microscopy images directly from a browser.

Author’s individual contribution: design, implementation, and full hyperparameter optimisation

of all seven deep-learning architectures; the hybrid classical-processing pipeline for dataset bootstrapping; the cell-line-based splitting protocol and statistical evaluation; full-stack development of the Dockerized web application; first draft of the manuscript.

Relation to prior work: based on a manuscript under peer review at *Computer Methods and Programs in Biomedicine* (IF = 4.8; ID CMPB-D-25-07356); will form part of the author's forthcoming master's thesis (state exam June 2026). The classical-segmentation component was introduced in the author's *research project (vzskumný ukol* – a formal master's-preparation milestone, not a bachelor's thesis; 2024). **Not** previously submitted to SVOČ or a similar competition.

Beyond Visual Quality: Evaluating Deep Neural Networks for Faithful Restoration of Historical Documents

Filip Tuch

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

The digitisation of historical archives is frequently hindered by physical degradation of documents, requiring costly manual restoration or automated approaches based on deep learning. Although deep learning offers powerful tools for restoration, its application in this domain raises significant safety concerns about semantic fidelity, specifically the risk of 'hallucinating' false characters that alter the meaning of the document. This paper evaluates and compares the safety and efficacy of three distinct deep learning architectures: a Generative Adversarial Network (Pix2Pix) and two Convolutional Neural Networks (DnCNN and DRUNet) in the restoration of degraded text documents. We introduce a synthetic dataset generation pipeline that simulates various types of degradation commonly found in historical documents, along with the extraction of precise textual ground truth for accurate evaluation. Beyond traditional image quality metrics, we propose a safety assessment framework that distinguishes between safe errors (deletions or data loss) and unsafe errors (substitutions or insertions) in the context of text restoration. Our results demonstrate that while the generative Pix2Pix improves visual quality and general readability, it is unsafe for document restoration due to the frequent introduction of 'hallucinated' characters. On the contrary, DnCNN and DRUNet exhibit safer restoration capabilities by minimising both safe and unsafe errors, achieving superior results in both semantic safety and image quality metrics.

This work will also be presented at the Central European Seminar on Computer Graphics 2026.

Sekce I4

Teaching scenarios for I3T - use in teaching other subjects

Sofia Fedorchuk

ČVUT, Praha, Fakulta elektrotechnická

This project explores the pedagogical expansion of I3T, an interactive tool originally designed for teaching transformations, into a broader range of educational subjects. The work involves the design and validation of teaching scenarios tailored for both primary education and university-level courses, such as Linear Algebra and Optimization. Using a User-Centered Design (UCD) methodology, prototypes were developed to connect abstract mathematical notation with geometric intuition.

Využitie sekvenčného dolovania dát pri analýze digitálnych stôp

Kiara Koščová

UPJŠ, Košice, Prírodovedecká fakulta

Analýza Windows Event Logov je kľúčovou súčasťou digitálnej forenznej analýzy, no veľký objem záznamov a prevaha rutínnej systémovej aktivity sťažujú identifikáciu stôp útočnickej činnosti. Tradičné prístupy založené na pravidlách (Hayabusa, Chainsaw, Sigma) sú efektívne pri detekcii známych útokov, ich účinnosť však závisí od aktuálnosti definovaných pravidiel a nedokážu odhaliť neznáme vzory správania.

Práca skúma využitie sekvenčného dolovania vzorov ako alternatívneho prístupu, ktorý nevyžaduje vopred definované detekčné pravidlá. Cieľom metodiky nie je priama detekcia útoku, ale prvotná triáž - redukcia objemu logu na podmnožinu vhodnú na manuálne preskúmanie. Záznamy pokryté frekvencovanými vzormi bežnej systémovej aktivity sú odstránené ako rutina, v datasete zostávajú forenzne relevantné udalosti.

Experimentálne overenie bolo realizované na datasete The Stolen Szechuan Sauce (40 917 záznamov, z toho 27 anotovaných ako súčasť útoku). V práci sú porovnané viaceré konfigurácie algoritmov sekvenčného dolovania vzorov pri rôznych stratégiách predspracovania a tvorby sekvencií.

Vlastný prínos autorky zahŕňa návrh tokenizačnej schémy Channel:Provider:EventId rozšírenej o spustený súbor a vzdialeného hosta, ktorá umožňuje presnejšie rozlíšenie udalostí. Ďalším prínosom je iteratívny variant algoritmu PrefixSpan s postupne klesajúcou minimálnou podporou, ktorý bez doménovo špecifického predspracovania dosahuje porovnateľný či lepší recall pri nižšom výpočtovom čase v porovnaní s viacstupňovým predspracovaním.

Z hľadiska praktickej užitočnosti pre forenznú triáž dosahuje najlepší výsledok algoritmus GSP, ktorý zredukoval dataset z 40 917 na 7 853 záznamov pri zachovaní 23 z 27 útočných záznamov. PrefixSpan s posuvným oknom dosahuje úplné zachovanie útokov, no s výrazne nižšou redukciou objemu.

Práca priamo nadväzuje na bakalársku prácu autorky, ktorej obhajoba je plánovaná v júni 2026. Predložený text nebol v súťaži ŠVOČ ani v iných podobných súťažiach predtým podaný.

A low-latency debugger using code injection on AArch64

Juraj Petráš

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Traditional debuggers rely on trap-based breakpoints that force costly context switches between the target process, kernel, and debugger for every hit. This overhead makes common operations such as conditional breakpoints and recursive step-overs prohibitively slow, often reducing throughput to roughly 1,000 evaluations per second. We present *livepoints*, a debugging primitive that replaces trap instructions with branches to injected assembly payloads executing entirely within the target process's address space, eliminating the kernel round-trip. To address ARM64's ± 128 megabytes relative branch limit, we introduce a technique based on the relocation of Single-Entry, Single-Exit (SESE) code regions, which dynamically creates trampoline space in the target binary without relying on opportunistic code holes. We implement these techniques in a debugger targeting AArch64 on macOS and evaluate them on a recursive Fibonacci step-over, where our approach completes in tens to hundreds of milliseconds, compared to several minutes or hours for conventional trap-based debugging - an improvement of over three orders of magnitude.

Data transformations in Vega

Kristýna Petrlíková

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Vega is a library for creating data visualizations in a declarative way. Vega is very flexible and widely used, but has limited error handling and reporting capabilities. Most notably, invalid field access in Vega specification can result in errors as well as confusing outputs. In this thesis, we resolve the issue of invalid field access in a large subset of Vega specifications.

To enable accurate reasoning about field access in Vega, we describe a formal semantics of the language - a contribution we believe to be novel. Our approach includes a type system that models how Vega transformations manipulate dataset shapes. Complementing this, we define a graph-based small-step operational semantics that corresponds to Vega's runtime evaluation.

We prove that our type system is sound. We implement the typing rules in a proof-of-concept typechecker, which reports various access-related issues in a subset of Vega specifications which use common transformations.

Odporúčacie systémy pre voľnočasové aktivity

Tomáš Roch

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Slovenský skauting ponúka svojim členom rozsiahlu programovú ponuku zahŕňajúcu vyše 400 voľnočasových aktivít — odborky, výzvy, voľné programové moduly, stupne napredovania a najvyššie programové ocenenia. Členovia organizácie čelia informačnému preťaženiu, keďže výber vhodných aktivít závisí od skúseností a kapacít ich vedúcich a neexistuje nástroj na personalizované odporúčanie. Cieľom tejto práce je navrhnúť a implementovať hybridný odporúčací systém, ktorý kombinuje viaceré odporúčacie paradigmy prispôbené tejto doméne. Systém integruje deväť podsystémov: znalostné filtrovanie zohľadňujúce vekovú kategóriu a prerekvizity, obsahové odporúčanie založené na sémantickej podobnosti

textov aktivít pomocou jazykového modelu SlovakBERT, kolaboratívne filtrovanie využívajúce implicitnú spätnú väzbu vo forme binárnych záznamov o splnení aktivít, maticovú faktorizáciu metódou striedavých najmenších štvorcov, demografické, sezónne, temporálne, skupinové a podsystém založený na zdieľaných úlohách medzi aktivitami. Vstupnými dátami systému je interakčná matica 8 371 aktívnych používateľov a 411 aktivít obsahujúca 54 246 interakcií s riedkosťou 98,4 %. Súčasťou riešenia je aj graf prerekvizít s 409 uzlami a 930 hranami, ktorý modeluje závislosti medzi aktivitami a umožňuje plánovanie postupnosti krokov k zvolenému cieľu. Systém bol vyhodnotený dvomi protokolmi — temporálnym rozdelením interakcií a rozdelením na úrovni používateľov. Pri temporálnom rozdelení (3 051 testovacích používateľov) hybridný model dosiahol Hit Rate@10 na úrovni 0,624 a NDCG@10 na úrovni 0,315 pri pokrytí katalógu 82 %. Variant HYBRID+SEG so segmentovo špecifickými váhami zvýšil HR@10 na 0,628 a v rozdelení na úrovni používateľov dosiahol HR@10 = 0,934. Aplikáciou techniky Maximal Marginal Relevance na diverzifikáciu odporúčaní sa pokrytie katalógu zvýšilo na 86 % pri miernom poklese presnosti. Váhy podsystémov boli optimalizované bayesovským prístupom (Optuna TPE) maximalizujúcim kompozitnú metriku presnosti, pokrytia a novosti. Práca predstavuje prvý odporúčací systém navrhnutý pre prostredie Slovenského skautingu a poskytuje modulárnu architektúru rozšíriteľnú o ďalšie typy aktivít a dátových signálov.

Kľúčové slová: odporúčacie systémy, hybridné filtrovanie, kolaboratívne filtrovanie, sémantická podobnosť, implicitná spätná väzba, Slovenský skauting