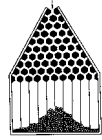


# ROBUST 2026 SRNÍ 18. – 23. ledna 2026



## Sborník abstraktů



Organizátoři ROBUSTu 2026 by tímto chtěli poděkovat všem, kteří pomohli při přípravě a realizaci celé akce. Velmi důležitá pro nás byla morální i věcná podpora ČMS JČMF, ČStS, KPMS MFF UK, RSJ a SŠDS. Neméně důležitá byla podpora řady pracovišť, která především umožnila účast mnoha studentů, jakož udělení cen za nejlepší vystoupení studentů a/nebo doktorandů.

Nejdůležitější pro zdárný průběh ROBUSTu však bylo úsilí všech účastníků, které věnovali jak přípravě a prezentaci svých vystoupení, tak vytvoření skutečně „robustní atmosféry“. Všem děkují a na setkání na příštím Robustu se těší **organizátoři**.

Jaromír Antoch, Lev B. Klebanov	
<i>Outliers and related problems</i> .....	1
Jozef Barunik	
<i>Tailoring portfolio choice via quantile-targeted policies</i> .....	1
Filip Bočinec, Stanislav Nagy, Hyemin Yeon	
<i>Projection depth for functional data</i> .....	1
Igor Böhm	
<i>Capacity functionals and the characterization of random simplices</i> .....	1
Michaela Cichrová, Patrícia Martinková	
<i>Power and Type I error for testing differential item functioning using varying coefficient models</i> .....	2
Tomáš Cípra	
<i>Annuity puzzle</i> .....	2
Adéla Czolková, Karel Hron, Sonja Greven	
<i>Funkcionální metoda hlavních komponent pro hustoty mnohorozměrného rozdělení</i> .....	2
Tereza Čapková, Tomáš Mrkvička	
<i>Dokáže umělá inteligence odhalit, kdy bude kráva rodit?</i> .....	2
Michal Černý, Vladimír Holý, Ondřej Sokol, Miroslav Rada	
<i>Poznámky k Elo ratingu ve sportovní statistice</i> .....	3
Gejza Dohnal	
<i>Bayesovská HONU: Polynomiální neuronový model s uzavřenou prediktivní nejistotou pro predikci</i> ...	3
Zdeněk Fabián	
<i>Core funkce</i> .....	3
Kamila Fačevicová	
<i>Odhad kovarianční struktury kompozičních dat odolný vůči prvkovým odlehlým hodnotám</i> .....	4
Eva Fišerová	
<i>Funkcionální analýza rychlostních profilů: Nový pohled na účinnost opatření ke snížení rychlosti</i> .....	4
Michal Friesl	
<i>Difuze na grafech a míra entropie náhodné procházky</i> .....	4
Andrej Gajdoš, Jozef Kiseľák, Barbora Klemová, Pavel Kříž	
<i>Neparametrický odhad difúzneho koeficientu s využitím rôznych ortogonálnych báz</i> .....	5
Milan Hladík, Miroslav Rada	
<i>Robustnost a nepřístupnost převážně lineárních systémů</i> .....	5
Zdeněk Hlávka, Muhammad N. Khan	
<i>Testy normality založené na šikmosti a špičatosti</i> .....	6
Daniel Hlubinka	
<i>Testy s využitím charakteristických funkcí</i> .....	6
Karel Hron	
<i>Mnohorozměrné Bayesovy prostory</i> .....	6
Zuzana Hübnerová	
<i>Využití hloubky funkcionálních dat při statistické diagnostice turbovrtulových motoru</i> .....	6
Šárka Hudecová	
<i>Specifikační testy v multiplikatívních vektorových modelech časových řad</i> .....	7
Marie Hušková	
<i>Sequential detection of changes in panel data models</i> .....	7
Jan Janoušek	
<i>Bagging and regression trees in individual claims reserving</i> .....	7
Jozef Kiseľák	
<i>Mathematical and statistical modelling of growth dynamics and biofilm complexity</i> .....	7
Daniel Klein	
<i>Information matrix and score test of scale matrix structure under elliptical distribution</i> .....	8
Jana Klicnarová, Tereza Čapková, Miroslav Šiman	
<i>Testing uncommon symmetries by means of characteristic functions</i> .....	8
Erik Kočandrlé	
<i>Portfolio optimization problem with endogenous randomness</i> .....	8
Jan Kolářek	
<i>Vyšetřování stavu mazání ložisek na základě vibrační diagnostiky</i> .....	9
Arnošt Komárek	
<i>Identifikace antropogenních změn s dopady na lidskou společnost</i> .....	9
Martin Konopásek	
<i>New methodology for estimating panel data models with complex spatial and temporal dependencies</i> ...	9
Miloš Kopa, Jana Junová	
<i>Optimization problems with stochastic non-dominance constraints: Application to portfolio selection</i> ..	9

Aneta Kostárová	
<i>Špecifikačné testy pre časové rady s celočíselnými hodnotami</i>	10
David Kraus	
<i>Neurčitost rekonstrukce funkcionálních dat</i>	10
Tomáš Kremla	
<i>Neparametrické odhady driftové funkce v SDE</i>	10
Jiří Kukačka	
<i>Wealth, cost, and misperception: Empirical estimation of three interaction channels</i>	10
Josef Kůrka	
<i>Beyond the mean: Cross-sectional skewness dispersion and expected equity returns</i>	11
Jindřich Lacko	
<i>Balíček ‚RCzechia‘</i>	11
Matúš Maciak, Rastislav Matúš	
<i>Proč a jak dostat vlastní R-kové kódy na CRAN?</i>	11
Ján Mačutek	
<i>Parciálne sumácie diskrétnych rozdelení pravdepodobnosti a ich limitné vlastnosti</i>	11
Tomáš Masák	
<i>The functional graphical lasso</i>	11
Erik Mendroš	
<i>Improved algorithm for exact halfspace depth</i>	12
Ivan Mizera	
<i>Robust measures of scale</i>	12
Tomáš Mrkvička	
<i>Global test for covariate significance in quantile regression</i>	12
Adam Němec	
<i>Performative prediction in linear least-squares regression</i>	13
Petr Novák	
<i>Modelování využití bateriových vozidel pro služby flexibility energetické sítě</i>	13
Branislav Pastula	
<i>Modification of the precision and recall concept</i>	13
Ivana Pavlů	
<i>Aditivní regresní model pro dvourozměrné hustoty</i>	13
Zbyněk Pawlas	
<i>Statistické charakteristiky pro orientace symetrických objektů</i>	14
Michal Pešta	
<i>UWLLN and MFCLT with random number of summands</i>	14
Martina Petráková, Matthias Schulte	
<i>Analýza vnitřních poloměrů buněk Poissonovy-Laguerrovy mozaiky</i>	14
Jan Pícek	
<i>L-momenty založené na R-odhadech v lineární regresi</i>	14
Ondřej Pokora	
<i>Statistické hodnocení a porovnání charakteristik systému veřejné dopravy</i>	15
Zuzana Prášková	
<i>Detekce změn v panelových datech</i>	15
Elizabeth Princová	
<i>Bayesovský přístup k stanovení rozsahu výběru v klinických studiích</i>	15
Vít Procházka	
<i>Scenario generation for stochastic vehicle routing problem</i>	15
Hedvika Ranošová, Daniel Hlubinka	
<i>Testování reverzibility náhodných procesů</i>	16
Martin Romaňák	
<i>Changepoint detection in tensor data: A comparison of two approaches</i>	16
Roman Rosipal	
<i>From tensors to therapy: Statistical models underlying collaborative BCI-VR rehabilitation</i>	16
Zuzana Rošťáková, Roman Rosipal	
<i>EEG microstates from the perspective of tensor decomposition</i>	16
Kristína Sakmárová	
<i>Bayesian hierarchical group lasso and its application in pharmaceutical research</i>	17
Willi Svoboda	
<i>Konformní predikce</i>	17
Blanka Šedivá	
<i>Identifikace odlehlých pozorování ve vícerozměrných statistických datech</i>	17

Veronika Šmajserová, Jitka Machalová	
<i>Predikce pomocí hladkých modelů smíšených efektů</i> .....	18
Matej Uhrin	
<i>Středné hodnoty náhodných množin a ich využitie pri spracovaní obrazu</i> .....	18
Marie Turčičová, Patřicia Martinková	
<i>Asymptoticky optimální práh pro detekci odlehlých pozorování</i> .....	18
Lukáš Vácha	
<i>The dynamic persistence of economic shocks</i> .....	18
Michaela Vařejková	
<i>Repeated covariate equating for multiple test forms</i> .....	19
Jan Vávra	
<i>R-kový balíček clustGLMM aneb hledání shluků v longitudinálních datech smíšeného typu</i> .....	19
Ondřej Vencálek, Kateřina Hlaváčková, Zdeněk Verner, Jan Tachezy	
<i>Bayesovský model souvislosti výskytu trichomonád a entamoeb se zdravím dutiny ústní koní</i> .....	19
Petr Volf	
<i>O modelech a využití dvourozměrných diskrétních rozdělení pravděpodobnosti</i> .....	20
Viktor Witkovský, Gejza Wimmer, Anna Charvátová Campbell, Petr Klapetek, Radek Šlesinger	
<i>Iterated linearization as a simple and efficient tool for measurement uncertainty analysis</i> .....	20
Michal Zdražil, Daniela Jarušková	
<i>Cracking the concrete problem: Efficient Bayesian inference for complex data</i> .....	20
Ivan Žežula, Daniel Klein	
<i>Matrix mean testing in special elliptical models</i> .....	21

**JAROMÍR ANTOCH, LEV B. KLEBANOV****Outliers and related problems**

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

antoch@karlin.mff.cuni.cz, levbkl@gmail.com

We define outliers as a set of observations that contradicts the proposed mathematical (statistical) model and we discuss the frequently observed types of outliers. Further, we explore what changes in the model have to be made to avoid the occurrence of the outliers. We observe that some variants of the outliers lead to classical results in probability, such as the law of large numbers and the concept of heavy-tailed distributions.

**JOZEF BARUNIK****Tailoring portfolio choice via quantile-targeted policies**

ÚTIA AV ČR, Pod Vodárenskou Věží 4, 182 07 Praha 8

barunik@utia.cas.cz

We study the dynamic investment decisions of investors who prioritise specific quantiles of outcomes over their expected values. Downside-focused agents targeting low quantiles reduce risk in states with high variance, while those with a preference for high quantiles concentrate in sleeves with high dispersion when there is potential for upside. These results provide a microfoundation for volatility management, demonstrating that reducing exposure in volatile states is an optimal response for risk-averse investors and rationalising inverse-variance heuristics. We propose a distributional actor-critic algorithm that learns time-consistent policies tailored to these specific risks, irrespective of the utility functional form. The quantile value can be mapped onto interpretable tilts, and the performance of empirically chosen portfolios aligns with investors' objectives. For details [see](#).

**FILIP BOČINEC, STANISLAV NAGY, HYEMIN YEON****Projection depth for functional data**

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

Dept of Mathematical Sciences, Kent State University, Kent, USA

filipbocinec@gmail.com

Data depth is a powerful non-parametric concept that provides a center-outward ordering of data points and plays a key role in robust multivariate analysis. Among the many depth notions developed over the years, projection depth stands out as one of the most fundamental due to its strong theoretical properties and intuitive geometric interpretation. While several extensions of data depth have been proposed for functional data, projection depth suffers from degeneracy in infinite-dimensional spaces, making it inapplicable in its original form. A novel regularized projection depth that overcomes this limitation by appropriately constraining the set of admissible projection directions is introduced. This regularization prevents degeneracy and allows the depth to remain well-defined in functional settings. The theoretical properties of the proposed depth function are investigated in both multivariate and functional data frameworks. The practical applicability of the method is illustrated through examples involving real-world data.

*Acknowledgment*: This work was supported by the Czech Science Foundation (project n. 24-10822S) and the ERC CZ grant LL2407 of the Ministry of Education, Youth and Sport of the Czech Republic.

**IGOR BÖHM****Capacity functionals and the characterization of random simplices**

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

igor.bohm@volny.cz

We investigate the problem of whether the distribution of random simplices in  $d$ -dimensional real space, defined as convex combinations of independent and identically distributed random vectors, can be uniquely characterized by the capacity functional restricted to sets containing at most  $k$  points. For random convex sets, it is well known that the capacity functional evaluated on all finite sets completely determines the distribution. We examine whether this characterization remains valid when the evaluation is restricted to a smaller class of sets, namely those with at most  $k$  elements. In particular, if the characterization holds for the capacity functional restricted to single-point sets – where it coincides with the simplicial depth of the point – it would imply that tools from the theory of random sets could be applied directly in the study of simplicial depth. It has already been shown

(see [2]) that the statement holds for random simplices with finitely many realizations, where the distribution is characterized by the simplicial depth.

We have discovered that it is possible to characterize the distribution of random simplices generated as convex combinations of independent and identically distributed random vectors with an absolutely continuous distribution, using the containment functional restricted to all simplices in  $d$ -dimensional real space. Nevertheless, the original question still remains open and will be the subject of future research.

## Reference

- [1] P. Laketa and S. Nagy. Simplicial depth: Characterization and reconstruction. *Stat. Anal. Data Min.: ASA Data Sci. J.*, 16, 2023.
- [2] *Theory of Random Sets*. Springer, 2017.

## MICHAELA CICHROVÁ, PATRÍCIA MARTINKOVÁ

### Power and Type I error for testing differential item functioning using varying coefficient models

ÚI AV ČR, OSM, Pod Vodárenskou věží 2, 18207 Praha 8

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 18675 Praha 8 and Fac. of Education, Charles University

`misa.cich@gmail.com`, `martinkova@cs.cas.cz`

Testing for Differential Item Functioning (DIF) is a key step in the analysis of multi-item measurements. Traditional approaches typically rely on categorical grouping variables, which work well for discrete factors such as gender or education level. However, when the covariate of interest is continuous, such as age or income, artificially dividing it into categories can result in loss of information and mask subtle DIF patterns. To overcome this limitation, we employ varying coefficient models that allow the effect of a continuous covariate to vary smoothly across its range. Using a simulation study, we evaluate the performance of these models, focusing on the power and Type I error of the associated statistical tests.

## TOMÁŠ CIPRA

### Annuity puzzle

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 18675 Praha 8

`cipra@karlin.mff.cuni.cz`

The contribution deals with the problem of sustainability of pension. One investigates which regular annuity spending (spending rate) for a pension account accumulated with a given investment efficiency is admissible under a given tolerance (or confidence). Under suitable assumptions, analytic formulas are derived for the probability that the retired person will not be ruined before the moment of death. The theoretical results are applied for the pension system in Czech Republic. Some actual data on this pension system are presented.

## ADÉLA CZOLKOVÁ, KAREL HRON, SONJA GREVEN

### Funkcionální metoda hlavních komponent pro hustoty mnohorozměrného rozdělení pravděpodobnosti a jejich ortogonální rozklad

PřF UPOL, KMAAM, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc

`10czada@seznam.cz`

Tento příspěvek bude zaměřen na funkcionální metodu hlavních komponent (FPCA) a její použití nejen pro samotné hustoty, ale i pro vektory ortogonálních hustot z jejich rozkladu. Lze ukázat, že FPCA pro původní hustoty je ekvivalentní s mnohorozměrnou FPCA pro ortogonálně rozložené hustoty (vektory interakčních částí a geometrických marginálních hustot). Navíc lze také rozložit vlastní funkce a skóry, a díky tomu tak můžeme určit, která část rozkladu nejvíce přispívá k variabilitě původních hustot. Prezentované teoretické výsledky budou doplněny také o ilustraci na empirickém datovém souboru.

## TEREZA ČAPKOVÁ, TOMÁŠ MRKVIČKA

### Dokáže umělá inteligence odhalit, kdy bude kráva rodit?

FZT JČU, DDSCS, Na Zlaté stoce 588/10, 37005 České Budějovice

`tcapkova@fzt.jcu.cz`, `mrkvicka.toma@gmail.com`

Nasazení rekurentních neuronových sítí (LSTM) na data ze senzorů dojnic slibuje v predikci otelení revoluci. Náš příspěvek však ukazuje, jak snadno lze v nadšení z moderních 'Black Box' metod přehlédnout fatální chybu v přípravě dat. Popisujeme cestu vývoje modelu, který zpočátku vykazoval podezřele dokonalé výsledky. Analýza odhalila, že šlo o učebnicový příklad „úniku dat“ (data leakage) způsobený neopatrnou přípravou dat, kdy se model naučil vidět do budoucnosti. Popisujeme i následnou snahu o zpřesnění modelu pomocí externí Bayesovské logiky, u které jsme však zjistili, že představuje zbytečnou výpočetní náročnost. Na konci této spletité cesty představíme dva finální modely – jeden robustní, založený čistě na senzorech, a druhý zpřesněný o časový kontext, s jejich příslušnými využitími v praxi.

**MICHAL ČERNÝ, VLADIMÍR HOLÝ, ONDŘEJ SOKOL, MIROSLAV RADA**

**Poznámky k Elo ratingu ve sportovní statistice**

FIS VŠE, KEKO, nám. W. Churchilla 4, 130 67, Praha 3

cernym@vse.cz, vladimir.holy@vse.cz, ondrej.sokol@vse.cz, miroslav.rada@vse.cz

V řadě sportovních disciplín se hráčům přiřazuje rating, který vzniká jako jistá funkce výsledků zápasů, jež hráč sehrál v minulosti. Sehráje-li hráč další zápas, předpokládá se, že růst/pokles jeho ratingu při výhře/prohře závisí na rozdílu ratingu jeho a ratingu protivníka. Elův ratingový systém (Elo-rating, ER) je zadán pomocí rekurse, jež popisuje mechanismus, jak z rozdílu ratingů soupeřících hráčů, výsledku zápasu a exogenních parametrů jejich rating zvýšit či snížit. ER pak v čase generuje posloupnosti ratingů hráčů, na které lze nahlížet jako na časové řady. V přednášce se pokusíme odvodit některé základní statistické vlastnosti. Ukážeme například, co se stane, je-li skutečná pravděpodobnost výhry odlišná od pravděpodobnosti, kterou hráči přiřazuje rating. Ukazuje se, že zde existuje jistá slabá forma mean reversion, kterou (zřejmě) nejde zesílit. Ilustrujeme také špatné vlastnosti, zejména jistou formu asymptotické inkonsistence, která v dlouhém horizontu některé hráče nespravedlivě favorizuje a jiné penalizuje. Ukážeme rovněž, že ER s logistickou link-funkcí je ekvivalentní speciálnímu případu GAS (generalized autoregressive score) modelu časových řad. Tato věta má zajímavé důsledky: umožňuje totiž konstruovat zobecněné ER systémy i pro případy her, kde výsledkem zápasu může být i něco složitějšího než jen 0-1 informace typu výhra/prohra — např. může jít o informaci „výhra o pět gólů“, „být druhý v závodě šesti běžců“, „být druhý o odstupem 5 sekund za vítězem“, či utkání, jehož výsledkem je obecná permutace tabulky hráčů.

**GEJZA DOHNAL**

**Bayesovská HONU: Polynomiální neuronový model s uzavřenou prediktivní nejistotou pro predikci a systémovou identifikaci**

FS ČVUT, Karlovo nám. 2, 120 00 Praha 2

dohnal@nipax.cz

Neuronové jednotky vyššího řádu (HONU) představují třídu polynomiálních neuronových modelů, které jsou nelineární ve vstupech, ale lineární v parametrech. Tato klíčová vlastnost umožňuje rychlé učení metodou nejmenších čtverců nebo Levenberg – Marquardtovy metody, a zároveň poskytuje strukturovanou a interpretovatelnou reprezentaci nelineárních závislostí. V tomto příspěvku je popsána pravděpodobnostní formulace HONU založená na Bayesovské lineární regresi. Pro Bayesovskou HONU lze odvodit uzavřené výrazy pro posteriorní rozdělení podle vah a lze ukázat, jak analyticky vypočítat střední hodnotu a rozptyl predikce. Ukazuje se, že Bayesovská HONU může poskytovat předpovědi s ohledem na nejistotu a je vhodná pro předpovídání, detekci novosti a adaptivní řízení. Ve srovnání s vícevrstevnými neuronovými sítěmi si Bayesovská HONU zachovává interpretovatelnost a výpočetní efektivitu a zároveň umožňuje plnou pravděpodobnostní inferenci.

**ZDENĚK FABIÁN**

**Core funkce**

ÚI AV ČR, Pod Vodárenskou věží 2, 182 07 Praha 8

zdenek@cs.cas.cz

Jedním ze současných hitů je Steinova metoda porovnání pravděpodobnostních rozdělení ne porovnáním hustot, ale porovnáním Steinových operátorů z hustot odvozených. Odhady parametrů se získají minimalizací vzdálenosti mezi operátory modelového rozdělení a „data score function“, tzv. „score matching“. Pro jednotlivá rozdělení je třeba v souboru operátorů najít ten nejjednodušší. Problém řeší „core funkce“, kterou jsem později přejmenoval na skórovou funkci rozdělení, o které na ROBUSTu referuji už od roku 2001, která však do povědomí statistiků ve světě nepronikla, ačkoliv je tento přístup přímočarý a umožňuje vystavět teorii pravděpodobnosti „náhodných veličin oblečených do dresu daného rozdělení“, pro které platí CLT bez výjimek a které mají konečné momenty,

využitelné při odhadu parametrů. V příspěvku přiblížím podstatu a odlišnosti oněch tří „score methods“, základ alternativní teorie pravděpodobnosti a uvedu pár výsledků aplikace skórové funkce rozdělení pro řešení statistických úloh.

## Reference

- [1] Fabián Z. Induced cores and their use in robust parametric estimation. *CSTM* 30(3):537-556, 2001.
- [2] Fabián Z., Vajda I. Core functions and core divergences of regular distributions. *Kybernetika* 39:29-42, 2003.
- [3] Fabián Z. Mean, mode or median? The score mean. *Commun. Stat. Theory Methods* 50(10):2360-2370, 2021.
- [4] Fabián Z. *Information Bulletin ČStS*: 12/3, 13/3, 20/3, 34/1.
- [5] Hyvarinen A. Estimation of non-normal models using score matching. *J. Machine Learning Research* 6:652-709, 2005.
- [6] Ley Ch., Reinert G., Swan Y. Stein's method for comparison of univariate distributions. *Probability Surveys* 14:1-52, 2017.

## KAMILA FAČEVIČOVÁ

### Odhad kovarianční struktury kompozičních dat odolný vůči prvkovým odlehlým hodnotám

PřF UPOL, KMAAM, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc

kamila.facevicova@upol.cz

Podobně jako u jiných typů reálných dat může být i analýza kompozičních dat ovlivněna přítomností odlehlých hodnot. Na rozdíl od klasických odlehlých pozorování, která se projevují netypickými hodnotami jednotlivých proměnných, se v případě kompozičních dat jedná spíše o vybočující poměry mezi složkami. Tradičně používané robustní metody proto nemusí taková nestandardní pozorování efektivně zachytit.

V příspěvku se zaměříme na úpravu robustních odhadů tak, aby lépe reflektovaly relativní povahu kompozičních dat. Vyjdeme z práce Riesera a kol. (2023), kde jsou představeny odhady variační matice a clr kovarianční matice, robustní vůči prvkovým odlehlým hodnotám. Tyto přístupy následně porovnáme s metodami, které potlačují vliv celých pozorování.

## Reference

- [1] Rieser, C., Fačevicová, K., Filzmoser, P. Cell-wise robust covariance estimation for compositions, with application to geochemical data. *Journal of Geochemical Exploration*, 253 (2023), 107299.

## EVA FIŠEROVÁ

### Funkcionální analýza rychlostních profilu: Nový pohled na účinnost opatření ke snížení rychlosti

PřF UPOL, KMAAM, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc

eva.fiserova@upol.cz

Jak zjistit, jestli silniční opatření opravdu zpomalují řidiče? Účinnost opatření zaměřených na snížení rychlosti se obvykle posuzuje na základě měření v jednom místě, která zachytí jen dílčí obraz a nezohledňují chování řidičů na celé délce komunikace. V této studii proto představujeme metodiku využívající funkcionální analýzu dat (FDA), která pracuje s rychlostními profily z GPS. Intervalové testování (IWT) pak umožňuje odhalit, kde a jak se rychlostní chování řidičů mění po zavedení opatření.

Metodiku jsme ověřili na dvou typech zásahů: ve španělském městě Sardón de Duero (vodorovné značení „dračí zuby“) a v českých lokalitách s radary zobrazujícími rychlost. Ve Španělsku jsme zaznamenali statisticky významné zpomalení (o 5-8%), zatímco v českých lokalitách se významný efekt neprokázal. Přestože jde o pilotní studie, výsledky ukazují, že FDA dokáže nabídnout nový a komplexnější pohled na účinnost opatření, která mají zlepšit bezpečnost silničního provozu.

## MICHAL FRIESL

### Difuze na grafech a míra entropie náhodné procházky

FAV ZČU, KMA, Univerzitní 8, 301 00 Plzeň

friesl@kma.zcu.cz

Kolegové v matematické analýze se zabývají difuzí na grafech a zkoumají její vlastnosti v souvislosti se strukturou grafu. Jednou ze zkoumaných otázek pak je „rychlost difuze“, a zda se po přidání hran do grafu zvýší. Odpovídajícím pravděpodobnostním modelem pro danou soustavu diferenciálních rovnic je (modifikovaná) náhodná

procházka po vrcholech grafu. V tomto příspěvku se podíváme na porovnávání rychlosti difuze na grafech z pohledu míry entropie příslušných markovských řetězců.

## ANDREJ GAJDOŠ, JOZEF KISEĽÁK, BARBORA KLEMOVÁ, PAVEL KRŽÍŽ

### Neparametrický odhad difúzného koeficientu s využitím rôznych ortogonálnych báz

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8  
PF UPJŠ, ÚMAT, Jesenná 5, 040 01, Košice 1

andrej.gajdos@matfyz.cuni.cz, andrej.gajdos@upjs.sk

Difúzny koeficient je dôležitým parametrom modelovania ako finančnej matematike [1] tak aj vo fyzike [2]. Vo financiách zodpovedá určitému typu volatility a hrá kľúčovú úlohu okrem iného v hedgingových stratégiách, pri manažmente rizika, pri predikciách ale uplatňuje sa tiež pri optimálnom výbere portfólia. Rôzne metódy výpočtu volatility sú popísané v odbornej literatúre [3, 4, 5]. Vo fyzike difúzny koeficient súvisí s rýchlosťou šírenia častíc v priestore. K jeho odhadovaniu je možné pristúpiť parametricky i neparametricky.

V príspevku prezentujeme odhadcu druhého typu, ktorý je založený na abstraktnom Fourierovom rozvoji. Náš prístup teda ponúka možnosť využiť viacero typov ortogonálnych bázických systémov funkcií. V práci vychádzame z toho, že náhodný proces, ktorý predstavuje či už vývoj ceny aktíva alebo pohyb častice sa riadi príslušnou stochastickou diferenciálnou rovnicou, kde difúzny koeficient nie je známy a odhadujeme ho. Uvádzame i základné vlastnosti navrhnutého odhadcu (vrátane asymptotiky), spolu s jeho výhodami či nevýhodami oproti inému existujúcemu odhadcovi podobného typu [6, 7].

### Reference

- [1] Buff, R. (2002). *Uncertain Volatility Models - Theory and Application*. Springer.
- [2] van Kampen, N. G. (2007). *Stochastic Processes in Physics and Chemistry*. Elsevier.
- [3] Andersen, T., Bollerslev, T. and Diebold, F. (2002). Parametric and nonparametric volatility measurement. In *Handbook of Financial Econometrics*. (L. P. Hansen and Y. Ait-Sahalia, eds.) North-Holland, Amsterdam.
- [4] Kanatami, T. (2004). Integrated volatility measuring from unevenly sampled observations. *Economics Bulletin* 3, no. 36, 1–8.
- [5] Barrucci, Renó, R. (2002). On measuring volatility of diffusion processes with high frequency data. *Economics Letters* 74, 371–378.
- [6] Malliavin, P. and Mancino, M. E. (2002). Fourier series method for measurement of multivariate volatilities. *Finance and Stochastics*, 6(1):49–61.
- [7] Malliavin, P. and Mancino, M. E. (2009). A Fourier transform method for nonparametric estimation of multivariate volatility. *Ann. Statist.*, 37(4):1983–2010.

*Pod'akovanie*: Táto práca bola podporená Ministerstvom školstva, mládeže a športu Českej republiky na základe Zmluvy č. ERC CZ LL2407, ďalej Agentúrou na podporu výskumu a vývoja Slovenskej republiky na základe Zmluvy č. APVV-21-0369 ako aj Vedeckou grantovou agentúrou Slovenskej republiky VEGA na základe Zmluvy č. VEGA 1/0585/24.

## MILAN HLADÍK, MIROSLAV RADA

### Robustnosť a nepripustnosť prevažne lineárných systémů

MFF UK, KAM, Malostranské nám. 2, 118 00 Praha 1  
FIS VŠE, KEKO, nám. W. Churchilla 4, 130 67, Praha 3

hladik@kam.mff.cuni.cz, miroslav.rada@vse.cz

Uvažujme lineárny systém, napríklad soustavu lineárných rovnic, a nechť tento systém nemá řešení. Bude nás zajímat robustnost této nepřípustnosti. To znamená, zda systém zůstane nepřípustný i na nějakém okolí vstupních dat (koeficientů v soustavě). Respektive jak velké může být toto okolí. Z opačného úhlu pohledu: jaká je minimální změna dat, abychom dosáhli přípustné soustavy. Tuto otázku budeme zkoumat pro soustavy rovnic i nerovnic a uvedeme případná zobecnění na některé specifické nelineární soustavy. Uvidíme, že hodně závisí i na zvolené maticové normě - budeme se zabývat především Čebyševovou, spektrální a Frobeniovou normou. Například pro Frobeniovou normu a soustavu lineárných rovnic vede úloha na známý problém Total least squares. Přednáška bude trochu přehledová: ukážeme vzorečky pro vyjádření hledané míry robustní nepřípustnosti a také rozebereme výpočetní složitost v závislosti na zvolené normě a typu soustavy.

**ZDENĚK HLÁVKA, MUHAMMAD N. KHAN****Testy normality založené na šikmosti a špičatosti**

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

hlavka@karlin.mff.cuni.cz

V odborné literatuře bylo navrženo velké množství různých testů normality. V tomto příspěvku se zaměříme na testy založené na výběrové šikmosti a špičatosti, zejména test D'Agostinův [1], a navrhneme jeho vylepšenou verzi založenou na dvourozměrných kvantilech získaných pomocí optimálního transportu [2] simulovaného nulového rozdělení vícerozměrné testové statistiky. Dále ukážeme, že přirozeně definovaná p-hodnota je ekvivalentní tzv. nenormálnímu skóre, které lze rozložit na příspěvek pozorované šikmosti a špičatosti [3].

V simulační studii uvidíme, že navržené vylepšení D'Agostinova testu má velice podobnou sílu jako Shapiro-Wilkův test a zároveň všechny ostatní uvažované testy (Shapiro-Francia, Lilliefors, Jarque-Bera) překonává proti platykurtickým alternativám. Stejnou konstrukci p-hodnot a kritických oblastí lze snadno použít i na jiné mnohorozměrné testové statistiky. Jako příklad uvedeme testování dobré shody s rovnoměrným a mnohorozměrným normálním rozdělením.

**Reference**

- [1] D'Agostino, R., Pearson, E. S. (1973) Tests for departure from normality. empirical results for the distributions of  $b^2$  and  $\sqrt{b^1}$ . *Biometrika*, 60(3):613–622.
- [2] Hallin, M., del Barrio, E., Cuesta-Albertos, J., Matrán, C. (2021) Distribution and quantile functions, ranks and signs in dimension  $d$ : A measure transportation approach. *Annals of Statistics*, 49(2):1139–1165.
- [3] Hlávka, Z., Hlubinka, D., Hudecová, Š. (2025): Multivariate quantile-based permutation tests with application to functional data. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 1–15.

**DANIEL HLUBINKA****Testy s využitím charakteristických funkcí**

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

hlubinka@karlin.mff.cuni.cz

Chceme-li testovat hypotézy o rozdělení, například testem dobré shody, musíme umět rozdělení rozumně popsat. Distribuční funkce nebo hustota mohou být vhodné pro náhodné veličiny, ne však pro náhodné funkce. Uážeme si, jak využít charakteristické funkce ke konstrukci různých testů pro funkcionální náhodné veličiny. Také se podíváme na test dobré shody diskrétního rozdělení s využitím vytvořující funkce a Steinova nesouladu.

**KAREL HRON****Mnohorozměrné Bayesovy prostory**

PřF UPOL, KMAAM, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc

karel.hron@upol.cz

S velkými objemy dat a potřebou agregovat je pro lepší uchopitelnost do podoby distribuce roste zájem o hustoty rozdělení pravděpodobnosti jako datové objekty a jejich statistické zpracování pomocí metod analýzy funkcionálních dat (FDA). Pokud uvažujeme hustoty jako funkcionální data relativní povahy, je možné je reprezentovat v Bayesově prostoru se strukturou Hilbertova prostoru, a následně analyzovat pomocí populárních metod FDA díky izometrickému izomorfismu s prostorem  $L^2$ . Navíc, pokud uvažujeme mnohorozměrné hustoty, je možné je ortogonálně rozložit na nezávislé a interakční části, přičemž ty druhé zachycují interakce mezi všemi možnými kombinacemi proměnných. Klíčovým aspektem je v tomto ohledu vhodné přeformulování marginálních hustot jako tzv. geometrických marginálních hustot, které jsou ortogonálními projekcemi mnohorozměrné informace obsažené v distribuci na jednotlivé proměnné, resp. skupiny proměnných. Teoretické výsledky budou ilustrovány na reálných socioekonomických datech.

**ZUZANA HÜBNEROVÁ, JAROSLAV JURAČKA****Využití hloubky funkcionálních dat při statistické diagnostice turbovrtulových motorů**

Ústav matematiky, FSI, VUT Brno

Ústav leteckého inženýrství, FSI, VUT Brno

hubnerova@fme.vutbr.cz

Automaticky zaznamenávaná data z provozu turbovrtulových motorů poskytují detailní informace o průběhu celého letu. Jejich vhodná analýza může umožnit včasné odhalení odchylek od standardního chování motoru a tím podpořit prediktivní Asdržbu. Vzhledem ke složitosti závislostí a proměnlivým letovým podmínkám však klasické metody statistického řízení procesů (SPC) nejsou pro tento účel dostatečné.

V příspěvku proto zkoumáme využití hloubky částečně pozorovaných funkcí a funkcionálních boxplotů v rámci SPC. Ukazujeme, že funkcionální boxplot může sloužit jako efektivní nástroj vizualizace a diagnostiky pro detekci anomálií v letových datech. Metodologii ilustrujeme na reálných záznamech z provozu turbovrtulových motorů a diskutujeme potenciál tohoto přístupu pro včasnou identifikaci změn ve stavu motoru.

## ŠÁRKA HUDECOVÁ

### Specifikační testy v multiplikativních vektorových modelech časových řad

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

hudecova@karlin.mff.cuni.cz

Vektorové multiplikativní (vMEM) modely časových řad se používají k modelování nezáporných proměnných (např. objemů obchodů, realizované volatility). Kombinují vlastnosti vektorových autoregresních modelů a multiplikativních procesů a umožňují tak zachytit dynamiku mezi více časovými řadami. V příspěvku se zaměříme na testy dobré shody v těchto modelech, zejména pak na testy o správné specifikaci rozdělení chybové složky.

## MARIE HUŠKOVÁ

### Sequential detection of changes in panel data models

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

huskova@karlin.mff.cuni.cz

The talk concerns procedures for detection of changes in panel data models when data arrives sequentially and training (historical) data with no change are available. Panel data models can be viewed as high-dimensional time series with a particular structure. Such problems occur in a number of applications, e.g., in econometrics and finance, geophysical sciences, statistical quality control, medical care, etc. Mostly such problems are considered in non-sequential setup. Here statistical test procedures based on sequential CUSUM-type statistics derived via a quasi-likelihood argument. Theoretical results cover approximation of behavior both under the null as well as under some alternatives when strong mixing is assumed. These theoretical results are supported by simulation study that indicates good properties.

## JAN JANOUSEK

### Bagging and regression trees in individual claims reserving

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

janousek@karlin.mff.cuni.cz

This presentation introduces a new methodology for individual claims reserving using machine learning techniques. Claims reserving involves stochastically predicting future loss reserves to cover potential claims. Our approach employs regression trees combined with bootstrap aggregating (bagging) to improve prediction accuracy. Unlike traditional methods that focus solely on claim counts, this model simultaneously captures both claim frequency and severity. Model validation is strengthened through the use of out-of-bag error diagnostics. A practical data analysis example will be shown to demonstrate the method's capability to provide more accurate reserve estimates, emphasizing its relevance for real-world claims reserving.

## JOZEF KISELÁK

### Mathematical and statistical modelling of growth dynamics and biofilm complexity in *Cobetia marina* across temperature gradients

PF UPJŠ, ÚM, Jesenná 5, 040 11, Košice

jozef.kiselak@upjs.sk

Biological complexity in microbial systems poses significant challenges for quantitative modelling, particularly when growth and biofilm data exhibit strong heterogeneity. Using *Cobetia marina* as a model organism, we investigated growth kinetics and biofilm formation across a wide temperature range (8–41°C), with extensive replication in high-throughput microplate assays. To capture the dynamics, we applied advanced mathematical

approaches. These techniques allowed us to distinguish minimum, optimal, and maximum growth regimes while preserving dispersion patterns that are often lost in conventional statistical reductions. The fractional framework proved especially effective in resolving nonlinear transitions and temperature-dependent variability, offering a robust alternative to traditional parametric models.

*Pod'akovanie* : Práca bola podporená projektom APVV-21-0468.

## DANIEL KLEIN

### The information matrix and the score test of the scale matrix structure under the matrix-variate elliptical distribution

PF UPJŠ, ÚM, Jesenná 5, 040 11, Košice

daniel.klein@upjs.sk

The information matrix under the matrix-variate elliptical distribution, a generalization of the classical multivariate elliptical distribution to matrix-valued observations, is studied. An explicit form of the Fisher information matrix for some specific subclasses, including the symmetric Kotz type, normal, Pearson type VII, and Student's  $t$  distributions, is also derived. It is then applied to test the hypotheses concerning the scale matrix structure of a multivariate elliptical distribution associated with a collection of uncorrelated, though not necessarily independent, observation vectors, using the matrix-variate elliptical distribution. The Rao score test statistic for testing the scale matrix structure is derived, and under the large- and high-dimensional asymptotic framework, when the data dimension  $p$  tends to infinity together with the sample size  $n$ , the normal approximation is determined. Our findings contribute to the statistical theory surrounding matrix-variate distributions and offer valuable tools for researchers dealing with multivariate data, providing more flexibility in modeling multivariate and matrix-valued data within the elliptical family.

*Pod'akovanie* : Práca bola podporená projektmi APVV-21-0369 a VEGA 1/0585/24.

## JANA KLICNAROVÁ, TEREZA ČAPKOVÁ, MIROSLAV ŠIMAN

### Testing uncommon symmetries by means of characteristic functions

FZT JČU, DDSCS, Na Zlaté stoce 588/10, 370 05 České Budějovice

ÚTIA AV ČR, Pod Vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8

janaklic@fzt.jcu.cz, tcapkova@fzt.jcu.cz, siman@utia.cas.cz

Multivariate symmetry is a fundamental concept in statistics. In this talk, we propose a nonparametric framework for testing the null hypothesis of  $M$ -symmetry, defined as  $\mathcal{L}(Y) = \mathcal{L}(MY)$  for a fixed symmetric orthonormal matrix  $M$ . The test statistics are based on the weighted  $L_2$ -distance between the empirical characteristic functions of the original and the transformed data, leading to computationally feasible degenerate  $V$ -statistics.

We demonstrate that the resulting permutation tests are unbiased and consistent. A key advantage of our approach is the flexibility regarding moment assumptions. We illustrate the performance of the proposed tests via Monte Carlo simulations and an application to foreign exchange rate log-returns.

## ERIK KOČANDRLE

### Portfolio optimization problem with endogenous randomness

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

erik.kocandrle@seznam.cz

Portfolio optimization problems include a random element corresponding to the losses or returns of various assets. The usual assumption is that the randomness is exogenous, meaning that the distribution of losses can not be influenced by the investor's decisions. However, there may be cases where this assumption is not completely sound, for example when we deal with a combination of a large investor and a company with a small market capitalization. We present a portfolio optimization problem with endogenous randomness, minimizing the CVaR risk measure, while assuming that a large enough investment in an asset can influence its loss distribution and stock performance. We study the possible changes in portfolio composition under various budgets a modeling assumptions.

**JAN KOLÁČEK, ONDŘEJ POKORA****Vyšetřování stavu mazání ložisek na základě vibrační diagnostiky**

PrF MU, ÚMS, Kotlářská 2, 611 37 Brno

kolacek@math.muni.cz

V příspěvku se zaměříme na experimentální analýzu vlivu mazání na dynamické chování zatíženého valivého ložiska. Sledujeme časové průběhy vibrační ložiska ve třech odlišných scénářích: při mazání olejem, mazání vazelinou a v případě nemazaného ložiska. Na základě získaných signálů usilujeme o identifikaci typu mazání a jeho kvality. Pro zpracování dat využíváme spektrální analýzu časových řad, z níž získáváme spektrogramy zachycující frekvenční charakteristiky vibrací. Tyto spektrogramy dále analyzujeme pomocí metod analýzy funkcionálních dat, které umožňují efektivně pracovat s komplexními strukturami signálů. Výsledkem je návrh diagnostického modelu schopného automaticky rozpoznat stav mazání ložiska. Model následně hodnotíme z hlediska přesnosti, robustnosti a možnosti jeho praktického využití v prediktivní údržbě.

**ARNOŠT KOMÁREK****Identifikace antropogenních změn s dopady na lidskou společnost**

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

komarek@karlin.mff.cuni.cz

Příspěvek se podívá na vývoj vybraných demografických charakteristik v evropských zemích v posledních letech s důrazem na dění v Zemích koruny české a markrabství moravském. Představena bude též datová sada nedávno získaná s pomocí lampy kouzelníka z Maghrebu, která může odhalit některé antropogenní změny dopadající na lidskou společnost.

**MARTIN KONOPÁSEK****A new methodology for estimating panel data models with complex spatial and temporal dependencies**

FIS VŠE, KEKO, nám. W. Churchilla 4, 130 67, Praha 3

konm04@vse.cz

The relationships between macroeconomic variables distributed over time and space can be highly complex. Therefore, when conducting empirical analysis, it is important to account for as many relevant characteristics of the examined variables as possible. The aim is to introduce a new dynamic panel regression model along with a corresponding estimation procedure to obtain consistent parameter estimates. The proposed model incorporates various features expected within macro-economic relationships, including spatial and temporal dynamics, spatially heterogeneous responses, heteroskedasticity, and random response parameters, while also accounting for endogenous regressors within a single framework.

**MILOŠ KOPA, JANA JUNOVÁ****Optimization problems with stochastic non-dominance constraints: Application to portfolio selection**

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

kopa@karlin.mff.cuni.cz

Stochastic dominance is a well-established tool both for the comparison of two random variables and as a constraint in optimization problems. However, it has been noted that it can be unnecessarily strict. This has motivated the introduction of concepts like almost stochastic dominance and measures of stochastic non-dominance, which have been previously applied mainly to pairwise comparison between two given random variables. To allow a relaxation of stochastic dominance during the optimization process, this paper introduces tractable formulations of optimization problems where the measures of stochastic non-dominance are used in the constraints. This widens the feasible sets by allowing the variables to differ from those that dominate the benchmark by a specified level of Wasserstein distance. The relationship between this approach and almost stochastic dominance is also explored, and we introduce a tractable formulation of an optimization problem with almost first-degree stochastic dominance constraints. The benefits of stochastic non-dominance constraints are demonstrated through an application to a portfolio selection problem using daily return data from 49 U.S. industry portfolios. The out-of-sample moving window analysis over 96 years shows that allowing small measures of second-degree stochastic non-dominance, especially when the Wasserstein distance of order two is considered, results in significantly higher

out-of-sample returns while maintaining a similar level of risk when compared to the classical second-degree or third-degree stochastic dominance constraints.

## ANETA KOSTÁROVÁ

### Špecifikačné testy pre časové rady s celočíselnými hodnotami

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

kostarova.aneta@gmail.com

Tento príspevok pojednáva o modeloch časových radov, ktoré nadobúdajú celočíselné hodnoty. Časové rady s celočíselnými hodnotami sa vyskytujú v rôznych aplikáciách, často ako prírastkové rady pre sledované počty záujmu, napríklad počet zákazníkov, poistných udalostí alebo finančných transakcií. Uvažuje sa model so štruktúrou typu GARCH s podmieneným Skellamovým rozdelením. Navrhujeme nové testovacie procedúry na overenie nulovej hypotézy, že daný súbor celočíselných pozorovaní sa riadi týmto modelom.

## DAVID KRAUS

### Neurčitost rekonstrukce funkcionálních dat

PřF MU, ÚMS. Kotlářská 2, 611 37 Brno

david.kraus@mail.muni.cz

Funkcionální data jsou soubory datových objektů, které lze chápat jako realizace matematických funkcí (křivky, plochy, obrazy a podobně). Pozorovaný datový soubor může obsahovat různé množství informace o funkcích. Ideální je situace, kdy funkce plně pozorujeme. V příspěvku se budeme věnovat jinému typu pozorování funkcionálních dat, kdy hodnoty funkcí jsou pozorovány v diskrétních (nepravidelných, často řídkých) argumentech s pozorovacím šumem. Zaměříme se na rekonstrukci jednotlivých funkcí na základě (často jen několika málo) dostupných pozorování této funkce. Tato úloha je sice stará a řešená několik desetiletí, ale málo je známo, že používaná řešení překvapivě špatně fungují z hlediska kvantifikace neurčitosti rekonstrukce. Představíme efektivní způsob, jak řešení podstatně vylepšit.

## TOMÁŠ KREMLA

### Neparametrické odhady driftové funkce v SDE

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

tomik.kremla@gmail.com

Tato přednáška se bude zabývat neparametrickým odhadem driftové funkce ve stochastických diferenciálních rovnicích řízených aditivním frakcionálním Brownovým pohybem s Hurstovým parametrem  $H$ . Jeden z dosud známých neparametrických odhadů typu Nadaraya-Watson je založen na tzv. fundamentálním martingalu a spočten z diskrétních pozorování. V něm se Hurstův parametr objevuje explicitně a v literatuře je dosud diskutována pouze situace, kdy je parametr  $H$  známý. Pro praktické situace se proto nabízí otázka, zda konzistence odhadu driftu přetrvává i při dosazení odhadu parametru  $H$  založeného na filtrovaných kvadratických variacích. Jedna z výrazných překážek jsou odlišné předpoklady pro asymptotické výsledky pro oba odhady. Jedním ze záměrů práce je tedy sjednotit předpoklady, dokázat příslušné teoretické výsledky a případně určit, zda je nutné vyvinout nový přístup pro simultánní odhad driftu a Hurstova parametru.

## JIŘÍ KUKAČKA

### Wealth, cost, and misperception: Empirical estimation of three interaction channels in a financial-macroeconomic agent-based model

IES FSV UK, Opletalova 26, 110 00, Praha 1

ÚTIA AV ČR, Pod Vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8

jiri.kukacka@fsv.cuni.cz

Financial-macroeconomic agent-based models offer a promising avenue for understanding complex economic interactions, but their use is hindered by challenging empirical estimation. Our paper addresses this gap by constructing a stylized integrated model and estimating its core parameters using US data from 1954 to 2022. To tackle econometric obstacles, including mixed data frequencies, we adapt the simulated method of moments. We then focus on three key interaction channels. The stock market influences the real sector through the wealth effect, which boosts current consumption, and the cost effect, which lowers financing costs for firms. Conversely,

the real economy impacts the stock market via the price misperception effect, where economic conditions help approximate the fundamental value of stocks. Our results provide strong statistical support for all three channels, offering novel empirical insights into critical dynamics between the two sectors of the economy.

## JOSEF KŮRKA

### Beyond the mean: Cross-sectional skewness dispersion and expected equity returns

IES FSV UK, Opletalova 26, 110 00, Praha 1

ÚTIA AV ČR, Pod Vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8

josef.kurka@fsv.cuni.cz

This paper identifies a new type of risk arising from the cross-sectional distribution of individual firm returns skewness and examines its role in the pricing of stock market returns. Using high-frequency data on US stocks, we document that greater dispersion in idiosyncratic skewness predicts lower future stock returns, both in-sample and out-of-sample. Our results are robust to controlling for common risk factors, sentiment measures, and macroeconomic predictors. These findings provide new insights into the heterogeneity of asymmetries in the distribution of returns across firms and their implications for the equity risk premium. We document that higher dispersion in skewness, which captures greater variation in firm-specific tail risks, is important to investors.

## JINDŘICH LACKO

### Balíček RCzechia

FIS VŠE, KEKO, nám. W. Churchilla 4, 130 67, Praha 3

jindra@jla-data.net

Předmětem příspěvku je úvod do problematiky prostorových dat – v čem jsou stejná jako ostatní, jak se liší? – v kontextu statistického programovacího jazyka R. Ukážeme si jak a kde prostorová data hledat a najít, a představíme si několik technik přínosných pro statistickou praxi: tvorbu přesvědčivých vizuálů (kreslení map) a přípravu vstupů pro další analýzu, jako jsou distanční matice a matice sousedství. Techniky si ukážeme na reálných datasetech z oblasti geomarketingu, dopravního modelování a výzkumu dlouhověkosti.

## MATÚŠ MACIAK, RASTISLAV MATÚŠ

### Proč a jak dostat vlastní R-kové kódy na CRAN?

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

MSD Czech Republic, Svornosti 3321/2, 150 00 Praha 5

maciak@karlin.mff.cuni.cz

This talk presents a concise narrative of the full lifecycle of developing an R package, using ProfileLadder as an example. In the talk, we will walk through the key stages of the process—from organising personal R code into a coherent package, through development, testing, and versioning, to the final submission to CRAN (the Comprehensive R Archive Network).

Along the way, we discuss why packaging one's own R code can be advantageous, how proper versioning supports reproducibility and long-term maintenance, and what it means to make software publicly available via CRAN. The talk will highlight both the practical challenges and the tangible benefits of this journey, offering insights for others considering turning their scripts into a robust, shareable R package.

A short story, a few lessons learned, and (hopefully) some encouragement to take the leap into the package development process...

## JÁN MAČUTEK

### Parciálne sumácie diskretných rozdelení pravdepodobnosti a ich limitné vlastnosti

MI SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava

NSI CPU, Dept of Mathematics, Andreja Hlinku 1, 949 01 Nitra

jmacutec@yahoo.com

Nech  $P_k$  (rodič) a  $Q_k$  (potomok),  $k = 0, 1, 2, \dots$  sú diskretné rozdelenia pravdepodobnosti, pre ktoré platí

$$Q_k = c \sum_{j=k}^{\infty} g(j) P_k, \quad (1)$$

kde  $c$  je normovacia konštanta.

Príspevok bude venovaný opakovaným sumáciám tohto typu (keď sa pri rovnakej funkcii  $g(j)$  „rodičovským rozdelením“ stane rozdelenie  $Q_k$ , potom jeho potomok, atď.) a otázke, za akých podmienok existuje pre opakované sumácie limitné rozdelenie.

*Pod'akovanie* : Podporované grantom VEGA 2/0120/24.

## TOMÁŠ MASÁK

### The functional graphical lasso

Inst. for Stat and Math, WU Wien, Welthandelsplatz 1, AT-1020 Vienna

tmasak@wu.ac.at

We consider the problem of recovering conditional independence relationships between  $p$  jointly distributed Hilbertian random elements given  $n$  realizations thereof. We operate in the sparse high-dimensional regime, where  $n \ll p$  and no element is related to more than  $d \ll p$  other elements. In this context, we propose an infinite-dimensional generalization of the graphical lasso. We prove model selection consistency under natural assumptions and extend many classical results to infinite dimensions., doing away with unnecessary structural assumptions.

The plug-in nature of our method makes it applicable to heterogeneous data measured under any observational regime, whether sparse or dense, and indifferent to serial dependence between samples. Moreover, the method can be understood as naturally arising from a coherent maximum likelihood philosophy.

## ERIK MENDROŠ

### Improved algorithm for exact halfspace depth

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

erikmendros@gmail.com

We address the problem of computing the exact halfspace depth (HD) of a single point in  $\mathbb{R}^d$ ,  $d \geq 3$ . We propose a novel algorithm with asymptotic time complexity  $O(n^{d-1})$ , improving upon the previous best-known complexity of  $O(n^{d-1} \log n)$ . The result is obtained through efficient hyperplane arrangement construction, point-line duality, and a topological line sweep that reduces space complexity to  $O(n)$ . As a byproduct, we formally establish a connection between HD and 0-1 loss minimization in binary classification, enabling the use of our HD algorithms to identify the optimal linear separator that minimizes the 0-1 loss. Finally, we observe that this 0-1 loss minimization is equivalent to the weak separation problem, for which algorithms that match our time and space complexity are already known.

## IVAN MIZERA

### Robust measures of scale

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

University of Alberta

imizera@me.com

Príspevok, ktorého názov (a do značnej miery aj obsah) je inšpirovaný rovnomenným heslom vo Wikipedii, sa zameria na štatistické uvmiery mierky (v populačnom kontexte), a im zodpovedajúce empirické odhady (v kontexte štatisticky výberovom) – také, ktoré sa vyznačujú špecifickou vlastnosťou v matematickej štatistike tradične nazývanou robustnosť. Po krátkom prehľade alternatív už do istej miery zavedených (spravidla konceptuálne jednoduchých, aj keď formálne niekedy trochu nepriehľadných), a tiež hodnotiacich kritérií v tejto súvislosti aplikovaných, sa pozornosť zameria na prístup, ktorý by sa azda v širšom kontexte dal nazvať recentným, a do značnej miery neštandardným: na prístup založený na použití tzv. Studentovej hĺbky. Zvyšok príspevku sa tým pádom pokúsi o zhrnutie toho, čo je v tomto smere známe – a čo ešte nie. Príspevok bude voľným, no treba zdôrazniť, že viac technickým, pokračovaním prednášky Veľký Lin a Malý Lin, ktorá o.i. odznela na Podzimním setkání KPMS 2025, Kokořínsko – Lhotka u Mělníka.

## TOMÁŠ MRKVIČKA

### Global test for covariate significance in quantile regression

FZT JČU, DDSCS, Na Zlaté stoce 588/10, 37005 České Budějovice

mrkvicka.toma@gmail.com

Quantile regression is used to study effects of covariates on a particular quantile of the data distribution. Here we are interested in the question whether a covariate has any effect on the entire data distribution, i.e., on any of the quantiles. To this end, we treat all the quantiles simultaneously and consider global tests for the existence of the covariate effect in the presence of nuisance covariates. This global test for covariate significance in quantile regression can be used as the extension of linear regression or as the extension of distribution comparison in the sense of Kolmogorov-Smirnov test or as the extension of partial correlation. The proposed method is based on pointwise coefficients, permutations and global envelope tests. The global envelope test serves as the multiple test adjustment procedure controlling the family-wise error rate and provides the graphical interpretation which automatically shows the quantiles or the levels of categorical covariate responsible for the rejection. The Freedman-Lane permutation strategy showed liberality of the test for extreme quantiles, therefore we propose four alternatives that work well even for extreme quantiles and are suitable in different conditions. One of the strategies is suitable in a general situation, while others under more specific conditions. We show asymptotic exactness of the proposed permutation procedures and present a simulation study to inspect the performance of these strategies, and we apply the chosen strategies to two data examples.

**ADAM NĚMEC**

**Performative prediction in linear least-squares regression**

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

adam.nemec@matfyz.cuni.cz

Performative prediction studies learning systems whose model parameters reshape the data distributions on which they are retrained, creating a feedback loop between models and the environments they induce. Existing work has established stability under strong convexity, smoothness, and distributional sensitivity, with extensions to nonconvex losses and more general performative dynamics. We take a step back and present a case study of performative prediction for linear least-squares regression, examining how its classical geometry interacts with performative distribution shifts under repeated retraining.

**PETR NOVÁK**

**Modelování využití bateriových vozidel pro služby flexibility energetické sítě**

FIT ČVUT, Thákurova 9, 160 00, Praha 6

petr.novak@fit.cvut.cz

Jako jeden z prostředků pro zajištění stability energetické sítě se využívají tzv. služby výkonové rovnováhy, kdy různé subjekty nabízí dispečerovi budoucí možnost poskytování nebo odběru výkonu. Záleží pak na aktuální situaci, zda je nabídka skutečně aktivována a za jakou cenu. S nárůstem počtu elektromobilů v ČR lze uvažovat i využití jejich baterií, zejména u větších firemních flotil - ať už jen skrz rozložení nabíjení v čase, nebo i zpětné dodávání výkonu do sítě. V příspěvku se zaměříme na modelování různých strategií podávání nabídek flexibility s využitím dostupných dat o chování trhu.

**BRANISLAV PASTULA**

**Modification of the precision and recall concept**

PF UPJŠ, ÚM, Jesenná 5, 040 11, Košice

branislav.pastula@student.upjs.sk

In machine learning, we have a set of relevant objects that really satisfy some attribute and a set of retrieved objects where a model predicts this attribute. Classical precision and recall metrics are defined using cardinality-based measures of these two sets and their intersection. In this work, we extend the definitions by replacing the counting measure with arbitrary monotone, possibly non-additive measure  $\mu$  to obtain generalized metrics called  $\mu$ -precision and  $\mu$ -recall. We examine the properties of these generalized metrics, especially their behavior when we intersect and unite two retrieved sets.

*Acknowledgment*: This work was supported by projects APVV-21-0369 and VEGA 1/0585/24.

**IVANA PAVLŮ**

**Aditivní regresní model pro dvourozměrné hustoty**

PřF UPOL, KMAAM, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc

ivana.pavlu@upol.cz

Regresní analýza umožňuje popisovat vztahy mezi závislými a nezávislými proměnnými různého charakteru. V tomto příspěvku bude představen aditivní regresní model, kde na straně vysvětlující proměnné vystupují skaláry a na straně vysvětlované pak dvourozměrné distribuce – ať již spojité či diskrétní. Model, vycházející z teorie Bayesových prostorů, umožňuje analyzovat vztahy mezi proměnnými s ohledem na jejich relativní povahu. Nabízí také možnost ortogonální dekompozice hustot na interaktivní a nezávislou složku, což usnadňuje vizualizaci a systematickou interpretaci výsledků. Výběr významných (dílkých) efektů je proveden na základě gradient boostingu. Navržený model je představen na demografických datech z German Socio-Economic Panel Study i simulační studii.

## ZBYNĚK PAWLAS

### Statistické charakteristiky pro orientace symetrických objektů

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

pawlas@karlin.mff.cuni.cz

V příspěvku představíme několik statistických charakteristik pro náhodné orientace symetrických trojrozměrných objektů. Data takového typu se objevují v různých vědních oblastech jako například biomechanika, geofyzika nebo krystalografie a materiálové vědy. Vysvětlíme, jak symetrie objektů ovlivňuje základní charakteristiky, přičemž se zaměříme na charakteristiky popisující střední hodnotu, variabilitu, míry centrality a míry závislosti.

## MICHAL PEŠTA

### UWLLN and MFCLT with random number of summands

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

michal.pesta@mff.cuni.cz

Within the ambit of multivariate counting processes, we firstly generalize Korolyook's theorem and Wald's identity. Consequently, a uniform weak law of large numbers and a multivariate functional central limit theorem will be established.

## MARTINA PETRÁKOVÁ, MATTHIAS SCHULTE

### Analýza vnitřních poloměrů buněk Poissonovy-Laguerrovy mozaiky

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

Institute of Mathematics, Hamburg University of Technology, Hamburg

petrakova@karlin.mff.cuni.cz

V tomto příspěvku se budeme zabývat náhodnou Laguerrovou mozaikou generovanou stacionárním Poissonovým kótovaným bodovým procesem. Konkrétně nás bude zajímat chování vnitřních poloměrů buněk mozaiky, definovaných jako poloměr největší koule se středem v generujícím bodu, která se vejde do příslušné buňky. Ododíme limitní věty pro proces vhodně znormovaných vnitřních poloměrů v případě s omezenými kótami a v případě s kótami s rozdělením s těžkými chvosty. Jako důsledek dostaneme konvergenci maximálního vnitřního poloměru.

## JAN PICEK

### L-momenty založené na R-odhadech v lineární regresí

Katedra matematiky, Technická univerzita v Liberci

jan.picek@tul.cz

V příspěvku je navržen robustní postup pro lineární regresí, který kombinuje L-momenty (lineární kombinace pořadových statistik) s R-odhady získanými minimalizací Jaeckelovy disperzní funkce. L-momenty poskytují stabilnější charakteristiky tvaru rozdělení a existují již při konečné první momentě, což je výhodné v těžkookrajových datech; R-odhady zase nabízejí vysokou odolnost vůči odlehkým hodnotám a chybně specifikovaným rozdělením chyb díky využití pořadí residuí a vhodných skórových funkcí. V článku (i) standardizujeme residua pomocí L-škály, (ii) konstruujeme skórové funkce kalibrované na L-skewness a L-kurtosis dat, a (iii) odvozujeme odhad regresních koeficientů jako minimátor Jaeckelovy disperze s těmito L-momenty řízenými váhami. Teoreticky diskutujeme konzistenci a asymptotickou normalitu navrženého R-L odhadu pod obecnými podmínkami a jeho breakdown/influence vlastnosti. V rozsáhlých simulacích ukazujeme, že navržený přístup překonává OLS a klasické R-odhady bez L-standardizace v MSE koeficientů i v predikční přesnosti napříč těžkookrajovými rozděleními. Ilustrační aplikaci dáváme na hydrologických datech s extrémy, kde jsou L-momenty standardem popisu variability.

## Reference

- [1] Hosking, J.R.M. (1990). L-moments: Analysis and estimation of distributions using linear combinations of order statistics. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 52(1), 105–124.
- [2] Jaeckel, L.A. (1972). Estimating regression coefficients by minimizing the dispersion of the residuals. *Annals of Mathematical Statistics*, 43(5), 1449–1458.
- [3] Kloke, J.D., & McKean, J. W. (2012). Rfit: Rank-based estimation for linear models. *The R Journal*, 4(2), 57–64.
- [4] Hettmansperger, T. P., & McKean, J. W. (2011). *Robust Nonparametric Statistical Methods* (2nd ed.). CRC Press.

## ONDŘEJ POKORA

### Statistické hodnocení a porovnání charakteristik systému veřejné dopravy

PřF MU, ÚMS. Kotlářská 2, 611 37 Brno

`pokora@math.muni.cz`

V příspěvku ukáží, jak využít statistické metody pro vyjádření, hodnocení a porovnání provozních charakteristik systému veřejné dopravy. Ukážeme, jak pomocí popisných a inferenčních metod identifikovat systematické odchylky, měřit variabilitu cestovních dob, hodnotit kvalitu a spolehlivost provozu a porovnávat současný systém s historickým. Diskutovány budou např. jízdní řády, kvantifikace variability intervalových schémat, rozdíl mezi plánem a reálným provozem, rozložení dob čekání, zpoždění a cestovních dob.

## ZUZANA PRÁŠKOVÁ

### Detekce změn v panelových datech

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

`praskova@karlin.mff.cuni.cz`

Uvažuje se problém detekce změn koeficientů v modelu panelových dat, která jsou korelovaná v časové dimenzi a jsou buď nezávislá nebo vyhovují faktorovému modelu v průřezové dimenzi. Navržená testová statistika pro detekci změn je založena na agregovaných kumulativních součtech vážených reziduí. V prezentaci se diskutuje asymptotické chování testové statistiky i chování v konečných výběrech za různých podmínek na faktory.

## ELIZABETH PRINCOVÁ

### Bayesovský přístup k stanovení rozsahu výběru v klinických studiích

PřF UPOL, KMAAM, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc

`elizabeth.princova01@upol.cz`

Bayesovský přístup ke statistickému uvažování nachází stále širší uplatnění. Výjimkou není ani oblast klinického výzkumu. Tento příspěvek se zaměřuje na využití bayesovských metod při návrhu klinických studií, konkrétně při stanovení rozsahu výběru. Stručně jsou představeny principy klinických studií a bayesovské inference a hlavní pozornost je venována metodám určení velikosti vzorku. Tyto postupy jsou ilustrovány na příkladu klinické studie zpracované v prostředí statistického software R.

*Poděkování:* Účast byla podpořena stipendiem České statistické společnosti.

## VÍT PROCHÁZKA

### Scenario generation for stochastic vehicle routing problem

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

`vit.prochazka@matfyz.cuni.cz`

We consider a stochastic Vehicle Routing Problem (SVRP) with penalization, where decisions must be made before the realization of uncertain demand, assumed to follow a known distribution. Our focus is on the scenario generation phase, with the goal of constructing a minimal yet representative set of scenarios that support high-quality decision-making. We propose a problem-oriented scenario generation method, where the structure of the underlying optimization problem directly drives the scenario selection process. Central to our approach is a loss function that measures the discrepancy between in-sample and out-of-sample performance over a pool of heuristically generated candidate solutions. This formulation enables us to capture complex dependencies between

random variables - a feature often overlooked in existing SVRP literature and ensures that the selected scenarios are tailored to the problem's decision-making needs.

## **HEDVIKA RANOŠOVÁ, DANIEL HLUBINKA**

### **Testování reverzibility náhodných procesů**

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

ranosova@karlin.mff.cuni.cz

Časová reverzibilita je vlastnost mnoha přírodních jevů, v ekonomii byla například studována asymetrie hospodářských cyklů. Reverzibilita ale byla diskutována i z pohledu markovských řetězců nebo lineárních modelů. V příspěvku představíme různé verze časové reverzibility pro náhodné procesy bez předpokladů na momenty nebo rozdělení procesu, pro testování pak využijeme metody analýzy funkcionálních dat. Testovou statistiku zkonstruujeme na základě časové řady funkcionálních dat pomocí charakteristického funkcionálu jako Cramérovu-von Misesovu testovou statistiku. Pro spočtení kritických hodnot je třeba využít vhodného resamplingu nebo bootstrapu. Vlastnosti testů časové reverzibility ilustrujeme několika simulačními studiemi.

## **MARTIN ROMAŇÁK**

### **Changepoint detection in tensor data: A comparison of two approaches**

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

romanakm@icloud.com

Tensor data consisting of multivariate outcomes over the items and across the subjects with longitudinal and cross-sectional dependence are considered. A completely distribution-free and tweaking-parameter-free detection procedure for changepoints at different locations is proposed, employing a CUSUM type test statistic whose asymptotic properties are derived for a large number of available individual profiles. Two bootstrap superstructures are introduced, based on tensor SVD decomposition and eigen-decomposition, with an aim to overcome the computational challenges of high dimensionality without information loss, while preserving all dependencies within and between panels. The validity of these resampling technique is established in this general setting and their finite sample performance is assessed and compared in an extensive simulation study.

## **ROMAN ROSIPAL**

### **From tensors to therapy: Statistical models underlying collaborative BCI-VR rehabilitation**

ÚM SAV, v.v.i., Dúbravská cesta 9, 841 04 Bratislava

roman.rosipal@savba.sk

Advances in brain-computer interfaces (BCIs) and virtual reality (VR) are opening new possibilities for post-stroke neurorehabilitation, yet most current systems remain limited to single-user experiences. In our work, we have developed an integrated collaborative BCI-VR platform that enables shared, real-time interaction between patients, peers, and therapists. Tensor decomposition forms the methodological backbone of the machine-learning pipeline in this system, allowing us to extract and track meaningful latent neural patterns essential for real-time, adaptive control.

In this talk, I will present recent developments in tensor decomposition methods-particularly PARAFAC and Tucker models-for identifying and tracking narrowband brain oscillations in EEG data. These models provide robust latent representations of multidimensional neural signals and are well-suited for real-time BCI applications. I will introduce their theoretical foundations, practical implementation considerations, and parameter-tuning strategies, highlighting their performance on both simulated and real EEG recordings.

Finally, I will discuss the strengths and limitations of tensor decomposition in neurophysiology, including challenges in selecting the optimal number of components and opportunities for artifact detection and removal. Together, these advances illustrate how multidimensional modeling and our newly developed collaborative BCI-VR system can converge to support more effective, adaptive, and engaging neurorehabilitation after stroke.

## **ZUZANA ROŠŤÁKOVÁ, ROMAN ROSIPAL**

### **EEG microstates from the perspective of tensor decomposition**

ÚM SAV, v.v.i., Dúbravská cesta 9, 841 04 Bratislava

zuzana.rostakova@savba.sk

EEG microstates provide a quasi-stable set of distinct brain states, enabling us to describe spatiotemporal resting-state brain activity with high temporal resolution. Historically the first method used for EEG microstate detection was the modified  $k$ -means algorithm suggested in [1]. The basic idea of EEG microstate analysis is based on assumption that human brain rapidly switches between a low number of discrete EEG microstates. However, the validity of this assumption was not proved in general. Therefore, there are attempts to use other tools to confirm discrete character of EEG microstates, and their other properties.

Tensor decomposition offers a powerful tool for detecting narrow-band EEG oscillatory rhythms, particularly in the temporal-spatial-frequency domain, see [2]. While tensor decomposition and the modified  $k$ -means algorithm are typically applied to EEG data for distinct objectives and in different domains, this study identifies an unexpected relationship between them. Consequently, this finding may provide new insights into the characteristics and underlying mechanisms of EEG microstates.

## Reference

- [1] Pascual-Marqui R.D., Michel C.M., Lehmann D. Segmentation of brain electrical activity into microstates: model estimation and validation. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* 42, 658-665, 1995.
- [2] Rosipal R., Rošáková Z., Trejo R.J. Tensor decomposition of human narrowband oscillatory brain activity in frequency, space and time. *Biological Psychology* 169, 2022.

*Acknowledgment:* This research was funded by the EU NextGenerationEU through the Recovery and Resilience Plan for Slovakia under the project No. 09I03-03-V04-00205 (Z.R.) and project No. 09I03-03-V04-00443 (R.R).

## KRISTINA SAKMÁROVÁ

### Bayesian hierarchical group lasso and its application in pharmaceutical research

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

sakmarova@karlin.mff.cuni.cz

Throughout the development of the pharmaceutical manufacturing process, settings need to be addressed for series of factors that can have an impact on the quality of the product. Regression models are used to this end. There can be numerous interactions among the factors. At screening stage, the aim is to choose those factors that have an important effect, taking into consideration possible hierarchy of the model terms and grouping of the factors. To be able to choose as few factors which have the effect on the product as possible, penalization of the regression coefficients needs to be applied. Several methods of variable selection are compared from both Bayesian and frequentist perspective and Bayesian hierarchical group lasso is proposed as a new method to already existing lasso extensions.

## WILLY SVOBODA

### Konformní predikce

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

willy.svoboda@matfyz.cuni.cz

Konformní predikce patří mezi oblíbené nástroje strojového učení. Jde o koncept starý přibližně dvacet let, založený na zaměnitelnosti náhodných veličin v náhodném výběru. V jistém smyslu se jedná o zobecnění principu metody jackknife a permutačního přístupu. V současnosti se stává stále populárnější v oblasti takzvané umělé inteligence. Jedná se o neparametrickou metodu konstrukce predikčního intervalu pro nové pozorování na základě trénovacích dat a případných vysvětlujících proměnných. Určité omezení této metody spočívá v nutnosti definovat kvantily, což komplikuje přirozené rozšíření metody a to pro náhodné vektory. Nedávné výsledky v oblasti konstrukce vícerozměrných kvantilů založené na optimálním transportu však poskytují teoretický rámec, který umožňuje rozšíření konformní predikce i na vícerozměrné náhodné vektory.

## BLANKA ŠEDIVÁ

### Identifikace odlehlých pozorování ve vícerozměrných statistických datech

FAV ZČU, KMA, Univerzitní 8, 301 00 Plzeň

sediva@kma.zcu.cz

Odlehlá pozorování ve vícerozměrných datových souborech představují zásadní problém statistické analýzy, protože mohou výrazně zkreslit odhady parametrů, narušit kovarianční strukturu a ovlivnit výsledky inferenčních i prediktivních modelů. Vícerozměrná odlehlost nelze spolehlivě identifikovat na základě marginálních distribucí jednotlivých proměnných, což vyžaduje sofistikované metody využívající strukturu celého datového prostoru.

Mezi nejčastěji používané přístupy patří metody založené na vzdálenosti (Mahalanobisova vzdálenost), robustní odhady kovarianční matice (např. Minimum Covariance Determinant), metody založené na hustotě (Local Outlier Factor) a algoritmy využívající projekce do nižších dimenzí (robustní PCA). Tyto postupy se liší citlivostí na tvar distribuce, míru robustnosti vůči kontaminaci dat a výpočetní náročností.

## VERONIKA ŠMAJSEROVÁ, JITKA MACHALOVÁ

### Predikce pomocí hladkých modelů smíšených efektů

PrF UPOL, KMAAM, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc

veronika.smajserova@upol.cz

Chybějící hodnoty představují v reálných datech častý problém a jejich správná rekonstrukce je klíčová pro následnou analýzu i interpretaci výsledků. Vedle běžných postupů je možné využít také flexibilní metody schopné zachytit hladký trend i sezónní složky dat. Typickým příkladem jsou hladké modely smíšených efektů (Mixed Effects Smooth Models, MESM), které propojují P-spliny a lineární smíšené modely. V rámci jednofázového přístupu umožňují současně tvorbu modelu i predikci chybějících či budoucích hodnot, a zároveň poskytují interpretovatelný rozklad na trendovou a sezónní část.

Myšlenku metody MESM lze dále rozvinout propojením s ridge rekonstrukcí, která vychází z funkcionální PCA. Postupujeme tak, že nejprve ridge rekonstrukcí dopočítáme chybějící úseky a tím získáme plně pozorované křivky. Tyto křivky pak analyzujeme pomocí MESM, přičemž rozdíl mezi skutečně pozorovanými a dopočítanými hodnotami zohledňujeme pomocí vah.

V příspěvku se zaměříme na aplikaci uvedených metod na reálná data s chybějícími hodnotami. Ukážeme porovnání výsledků samotné metody MESM, ridge rekonstrukce a jejich kombinace. Diskutována bude také možnost rozšíření modelu MESM o více sezónních složek pro současné zachycení krátkodobých i dlouhodobějších cyklů, což rozšiřuje využitelnost metody v praxi.

## MARIE TURČIČOVÁ, PATRÍCIA MARTINKOVÁ

### Asymptoticky optimální práh pro detekci odlehlých pozorování v mnohorozměrném normálním rozdělení

ÚI AV ČR, OSM, Pod Vodárenskou věží 2, 18207 Praha 8

turcicova@cs.cas.cz, martinkova@cs.cas.cz

Odlehlá pozorování v datech mohou představovat nejen chybná měření, ale též neobvyklé jevy, jejichž detekce umožňuje identifikaci významných událostí, jako jsou výrobní poruchy či zdravotní problémy. Detekce těchto anomálií proto představuje důležitý, avšak ze statistického hlediska netriviální problém. V tomto příspěvku je navržena prahová metoda pro detekci odlehlých pozorování v datech pocházejících z vícerozměrného normálního rozdělení v situaci, kdy se odlehlá pozorování vyskytují zřídka a liší se od ostatních dat střední hodnotou. Za určitých podmínek je navržený práh asymptoticky optimální v tom smyslu, že očekávaný počet chybně identifikovaných odlehlých pozorování konverguje k nule s rostoucí velikostí výběru. V simulační studii je navržena metoda porovnána s dalšími známými prahovými přístupy, a to v jednorozměrném i vícerozměrném případě. Její praktické využití je pak ilustrováno na reálných datech z oblasti hodnocení wellbeingu.

## MATEJ UHRIN

### Stredné hodnoty náhodných množín a ich využitie pri spracovaní obrazu

PF UPJŠ, ÚMAT, Jesenná 5, 040 01, Košice 1

matej.uhrin@student.upjs.sk

Teória náhodných množín predstavuje fascinujúcu oblasť matematiky, ktorá prepája disciplíny ako topológia, konvexná geometria či pravdepodobnosť. Náhodné množiny majú široké uplatnenie nielen v ekonometrii, ale napríklad aj pri analýze obrazových dát. Pojem strednej hodnoty náhodnej množiny nemá univerzálnu definíciu, a preto má zmysel skúmať a porovnávať rôzne prístupy k jej definovaniu. V príspevku sa rozoberá Aumannova, Vorobyevova a vzdialenostná stredná hodnota. Teoretické úvahy sú ďalej podporené praktickými výpočtami a simuláciami na vlastných originálnych príkladoch. Súčasťou je tiež aplikácia stredných hodnôt vo vybraných problémoch počítačového videnia. Ukazuje sa, že použitie konceptu strednej hodnoty náhodných množín v tejto oblasti môže byť prínosné, pretože vo väčšine prípadov vedie k vhodným a zmysluplným výsledkom.

*Podakovanie* : Práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-21-0369 ako aj Vedeckou grantovou agentúrou VEGA na základe zmluvy č. VEGA 1/0585/24.

**LUKÁŠ VÁCHA****The dynamic persistence of economic shocks**

ÚTIA AV ČR, Pod Vodárenskou věží 4, 18208 Praha 8

vachal@utia.cas.cz

We propose a novel framework for modeling time-varying persistence in economic time series, allowing for smoothly evolving heterogeneity in shock dynamics. We leverage localized regression techniques to flexibly identify changes in persistence over time, offering a data-driven alternative to traditional parametric models. We applied this methodology to U.S. inflation and stock market volatility data and found substantial persistence variations that align with key macroeconomic events and market conditions. The results reveal previously undetected pockets of predictability and provide significant increases in out-of-sample forecast accuracy. These findings have important implications for economic modeling, forecasting, and policy analysis.

**MICHAELA VAŘEJKOVÁ****Repeated covariate equating for multiple test forms**

ÚI AV ČR, OSM, Pod Vodárenskou věží 2, 18207 Praha 8

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

varejkova@cs.cas.cz

Ensuring comparability of test scores across multiple test forms is a key requirement in large-scale educational assessments. The statistical method typically used to achieve this goal is test equating. Traditional equating approaches rely on anchor items, which enable direct adjustment of group differences but are not always available in practice. When anchor items are missing, covariate equating provides an alternative by using external variables - such as grades, school type, or scores from other tests - to adjust for ability differences between groups. In this work, we explore how violations of the key assumptions underlying covariate equating affect the accuracy of equated scores, and we propose an approach to address these violations and enhance the comparability of the equated scores. The approach is demonstrated using a simulation study and data from the Czech national high-school leaving examination.

**JAN VÁVRA****R-kový balíček clustGLMM aneb hledání shluků v longitudinálních datech smíšeného typu**

MFF UK, KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8

vavraj@karlin.mff.cuni.cz

Představíme si balíček clustGLMM pro statistický software R určený pro sdružování longitudinálně sledovaných subjektů do navzájem různých skupin. Pro pozorovaná numerická, číselná, binární, ordinální či nominální je předpokládán zobecněný lineární smíšený model (GLMM) se sdruženým rozdělením pro všechny náhodné efekty, čímž zohledňuje možné závislosti mezi proměnnými. Základní výbavou balíčku je stejnojmenná funkce clustGLMM, která vrací stavy Markovského řetězce pomocí něhož se aproximuje aposteriorní rozdělení neznámých parametrů modelu. Balíček je vybaven kreslicími funkcemi pro detekci stacionarity nebo porovnávání nalezených skupin v klíčových parametrech a jejich funkcích, tedy např. regresní křivky či pravděpodobnosti klasifikace. Použití balíčku bude demonstrováno na umělém datasetu, kde bude prokázána jeho schopnost odhalit pravé skupiny, přestože jejich počet nám není apriorně znám.

**ONDŘEJ VENCÁLEK, KATEŘINA HLAVÁČKOVÁ, ZDENĚK VERNER, JAN TACHEZY****Bayesovský model souvislosti výskytu trichomonád a entamoeb se zdravím dutiny ústní koní**

PřF UPOL, KMAAM, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc

PřF UK, Praha

ondrej.vencalek@upol.cz

Príspevek se zabývá modelováním výskytu trichomonády (*Trichomonas equibuccalis*) a entamoeb (*Entamoeba equibuccalis*) v dutině ústní u koní a otázkou jejich souvislosti se zdravím dutiny ústní. Výskyt trichomonády a entamoeb chápeme jako dvě korelované binární (0–1) veličiny. Zkoumáme jejich souvislost se zdravím dutiny ústní, které charakterizujeme přítomností či nepřítomností čtyř různých zdravotních neduhů chrupu koně. Do modelu přitom vstupují další vysvětlující faktory jako věk, pohlaví či způsob ustájení koně. Analýza vychází z údajů o 109 koních z celkem 31 lokalit. Jednotlivé lokality přitom považujeme za cluster. V příspěvku představíme bayesovský model, pomocí něhož zkoumáme výše uvedené závislosti. Model je odhadnut pomocí balíčku `brms` [1].

## Reference

- [1] Paul-Christian Bürkner (2017). *brms: An R Package for Bayesian Multilevel Models Using Stan*. Journal of Statistical Software, 80(1), 1–28. doi:10.18637/jss.v080.i01

### PETR VOLF

#### O modelech a využití dvourozměrných diskretních rozdělení pravděpodobnosti vzniklých diskretizací rozdělení spojitých

ÚTIA AV ČR, Pod Vodárenskou věží 4, 18208 Praha 8

volf@utia.cas.cz

V příspěvku bude popsána jedna zajímavá skupina diskretních rozdělení pravděpodobnosti, která vznikne diskretizací rozdělení spojitých. Po úvodních poznámkách se budu hlavně zabývat konstrukcí dvourozměrných verzí těchto rozdělení, vzniklých tedy diskretizací dvourozměrných spojitých distribucí (vytvořených zpravidla pomocí vhodné kopuly). Na příkladech pak ukážu výhody a možnosti využití těchto modelů. Jedna z hlavních výhod je kompaktní tvar distribuční funkce. Budu se zabývat i problémem identifikace konkurenčních rizik, který je složitý díky tomu, že v určitém čase (=intervalu) mohou nastat obě konkurující si události, i když pozoruji jen jednu z nich.

### VIKTOR WITKOVSKÝ, GEJZA WIMMER, ANNA CHARVÁTOVÁ CAMPBELL, PETR KLAPETEK, RADEK ŠLESINGER

#### Iterated linearization as a simple and efficient tool for measurement uncertainty analysis in nonlinear measurement models

ÚM SAV, v.v.i., Dúbravská cesta 9, 841 04 Bratislava

witkovsky@savba.sk

In metrology, measurement uncertainty quantifies the degree of doubt associated with a measurement result and expresses how much a measured value may deviate from the true, though typically unknown, value of the measurand. Unlike standard statistical analysis, which focuses on data variability, uncertainty analysis identifies and quantifies all significant sources of error – both random and systematic – that influence the measurement process and its model.

Uncertainty evaluation is based on an uncertainty budget combining Type A components (from statistical analysis of repeated observations) and Type B components (from calibration data, specifications, or prior knowledge). For nonlinear measurement functions with correlated input quantities, such evaluations require efficient and reliable computational approaches.

This contribution presents a simple yet powerful tool for uncertainty analysis in nonlinear measurement models based on the Optimal Estimating Function Parameters through Iterated Linearization (OEFPIIL) method – a fast and robust framework for parameter estimation and uncertainty propagation in nonlinear errors-in-variables regression. OEFPIIL avoids computationally intensive optimization or Monte Carlo simulations while maintaining high numerical accuracy.

Applications include calibration, ellipse fitting for interferometric demodulation, and nanoscale metrology such as instrumented indentation and atomic force microscopy. The method performs reliably for models with low nonlinearity; however, its limitations in strongly nonlinear cases remain under investigation.

*Acknowledgement*: Supported by the Inter-Excellence II program (project LUASK22008/SK-CZ-RD-21-0109) and partially by projects VEGA 2/0023/22, VEGA 2/0120/24, and VEGA 2/0094/26.

### MICHAL ZDRAŽIL, DANIELA JARUŠKOVÁ

#### Cracking the concrete problem: Efficient Bayesian inference for complex data

FSv ČVUT, KM, Thákurova 7, Praha 160 00 Praha 6

zadramic@cvut.cz, daniela.jaruskova@cvut.cz

We frequently tackle multi-dimensional parameter estimation in nonlinear regression, a key task in many engineering applications. While MCMC methods such as Metropolis.Hastings or Hamiltonian Monte Carlo are standard tools for exploring parameter uncertainty, they often struggle with the high-dimensional, multimodal posterior distributions that arise in practice. This motivates the design of algorithms tailored to the structure of specific problems.

In this talk, we present our approach to one such challenge: estimating parameters from measurements of concrete drying under varying conditions. Using a non-linear, high-order polynomial model derived from polynomial chaos, we compare several classical and modern MCMC methods to identify an effective balance between efficiency, accuracy, and robustness in complex, high-dimensional settings.

**IVAN ŽEŽULA, DANIEL KLEIN**

**Matrix mean testing in special elliptical models**

PF UPJŠ, ÚM, Jesenná 5, 04011 Košice

`ivan.zezula@upjs.sk`, `daniel.klein@upjs.sk`

Matrix multivariate models have until now relied on assumption of multivariate normality. This assumption allows in many cases derive explicit results, but is rather restrictive. All important tests for means in such models have been extensively studied in recent years. We will present extension of general results for mean testing in such models to the special class of elliptical models. These include e.g. multivariate t-distribution, thus providing solution also for many distribution with heavier tails.

*Podakovanie* : Práca bola podporená projektmi APVV-21-0369 a VEGA 1/0585/24.