



# Popularizační přednášky

## KMA na PřF UP v Olomouci

Naše *Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky* na **Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci** nabízí níže uvedené přednášky pro studenty středních škol. Přednášky jsou nabízeny zdarma. Jejich délka je standardně 45 minut, ale lze ji přizpůsobit potřebě.

Bližší informace vám rádi poskytneme na adrese: [pavel.ludvik@upol.cz](mailto:pavel.ludvik@upol.cz).

### Obsah:

1. **Iveta Bebčáková:** Matematika v rozhodování
2. **Jana Burkotová + Jitka Machalová:** Dělalí počítače chyby? Aneb jiný pohled na numerické metody.
3. **Jana Burkotová + Jitka Machalová:** Optimalizace anebo jak si polepšit.
4. **Jana Burkotová:** Optimalizace inspirovaná přírodou
5. **Kamila Fačevicová:** Vystudovala jsem statistiku. Ale co teď s ní?
6. **Eva Fišerová:** Pravděpodobnost aneb jak vyčíslit naději
7. **Tomáš Fürst:** Matematika je jazykem přírodních věd.
8. **Tomáš Fürst:** Šest drsných vychytávek západní civilizace
9. **Tomáš Fürst:** Strojové učení změní svět. Víc než si myslíte.
10. **Tomáš Fürst:** Jak neměřit koronavirus: Matematická a logická nedorozumění během epidemie
11. **Tomáš Fürst:** Bayesova věta: Nejdůležitější rovnice na světě
12. **Tomáš Fürst:** Korelace není kauzalita: Co tedy kauzalita je?
13. **Karel Hron:** Závislost pohledem statistika
14. **Karel Hron:** (Skoro) vše je relativní
15. **Pavel Ludvík:** Matematika a humor
16. **Pavel Ludvík:** Hilbertovy patálie a zkrocení Hamelova monstra.
17. **Pavel Ludvík:** Číslo  $\pi$ : Vše, co jste chtěli vědět, ale báli jste se zeptat
18. **Monika Machalová:** Analýza obrazu: Příběh skrytý v pixelech
19. **Ondřej Pavlačka:** Doporučovací systémy
20. **Ivana Pavlů:** Tajemství textu: Jak datová analýza odhaluje skryté vzorce, významy i nálady
21. **Jan Tomeček:** Jak se počítá epidemie pomocí diferenciálních rovnic
22. **Ondřej Vencálek:** Jak hledáme odpovědi na nejrůznější otázky pomocí analýzy dat
23. **Ondřej Vencálek:** Statistika a jiné zbraně
24. **Rostislav Vodák:** Sítě, jejich analýza a optimalizace
25. **Stanislav Škorňa:** Řešení neřešitelných soustav rovnic

# 1. Matematika v rozhodování

*Iveta Bebčáková*

Rozhodování je činnost, které se věnujeme několikrát denně: Jak se k někomu zachováme? Kterou alternativu nabízeného výrobku si koupíme? Jakou odrůdu rajčat na jaře vysadíme? Jaké plemeno psa pořídíme? Některá rozhodnutí jsou snadná, jiná nikoli. V rámci přednášky si ukážeme, jak lze k rozhodování přistoupit z pohledu matematiky.

## 2. Dělalí počítače chyby? Aneb jiný pohled na numerické metody.

*Jana Burkotová + Jitka Machalová*

Většina matematických modelů popisujících reálné problémy nemá explicitní řešení, tedy řešení, které lze vypočítat na základě vzorce a vzápětí slavnostně dvakrát podtrhnout. Nezbývá nám nic jiného, než se v takových situacích obrátit na jiný způsob, jak získat informace o řešení těchto problémů. V tuto chvíli přicházejí na řadu přibližné numerické metody, které jsou realizovány pomocí algoritmů na počítači. Výpočty na počítači mají obrovskou výhodu zejména v tom, že jsou daleko rychlejší a neobsahují chyby, kterých se člověk jen stěží zcela vyvaruje. Ale skutečně počítače nedělají vůbec žádné chyby? A platí pro výpočty na počítači stejná pravidla jako pro ruční výpočet? A můžeme se na počítač vždycky spolehnout?

## 3. Optimalizace anebo jak si polepšit.

*Jana Burkotová + Jitka Machalová*

Maximalizovat výkon, minimalizovat ztráty, najít nejkratší cestu, vyvinout co nejmenší úsilí, nejrychleji vyřešit úkol... všechny tyto problémy vedou k optimalizaci. Pod optimalizací si můžeme představit hledání řešení, které je nejlepší možné nebo alespoň lepší než dosud známé. My se na optimalizaci podíváme z matematického pohledu a ukážeme si, jak jednoduše najít minimum nebo maximum funkce bez znalostí pokročilého matematického aparátu pomocí metod založených na intuitivních myšlenkách a nápadech.

## 4. Optimalizace inspirovaná přírodou

*Jana Burkotová*

Optimalizace je už od pradávna zakořeněna v přírodě. Ta na rozdíl od lidí vyvíjí a testuje své algoritmy už miliony let. Není tedy překvapující, že přírodou inspirované algoritmy umí vyřešit řadu komplexních optimalizačních úloh. Genetické algoritmy si propůjčují principy evoluce, populační optimalizační algoritmy jsou inspirovány pohybem hejna ptáků, roje včel nebo chováním mravenců při hledání potravy. Během přednášky si přiblížíme toto výhodné propojení přírodních principů a matematické optimalizace.

## 5. Vystudovala jsem statistiku. Ale co teď s ní?

*Kamila Fačevicová*

Když se řekne statistika, mnozí si představí údaje o průměrných mzdách, demografickém složení obyvatelstva nebo jiné výsledky práce Českého statistického úřadu. Skutečný význam tohoto slova je však mnohem bohatší a dobrá znalost statistických metod otevírá dveře ke spolupráci s nejrůznějšími nematematickými obory. Během přednášky proto budou představeny konkrétní výsledky spolupráce olomouckých statistiků s ekonomy, lékaři, chemiky, geology či například geoinformatiky.

## 6. Pravděpodobnost aneb jak vyčíslit naději

*Eva Fišerová*

S náhodou se všichni setkáváme dnes a denně. Z fyziky nebo chemie známe pokusy, které při přesném dodržení předepsaných podmínek vedou vždy ke stejnému výsledku. Například zahříváme-li vodu na 100°C při atmosférickém tlaku 1015 hPa, předem víme, že nastane var. V běžném životě se však často setkáváme se situacemi, kdy do hry vstupuje náhoda a my předem nevíme, jaký výsledek nastane. Klasickými příklady takovýchto pokusů je slosování loterie nebo hod mincí či hrací kostkou. Z praktických příkladů můžeme zmínit např. vylosování otázek při zkoušce, je-li student připraven pouze na vybrané otázky nebo výsledné hodnocení testu, vybíráme-li odpovědi zcela náhodně. Má-li pokus více možných výsledků, v první řadě nás zajímá, který výsledek můžeme očekávat. Jinými slovy, potřebujeme vyčíslit naději neboli pravděpodobnost jednotlivých výsledků. Pravděpodobnost je udávána číslem mezi nulou a jedničkou, kdy čím je hodnota blíže jedničce, tím vyšší je naděje na daný výsledek. Jak pravděpodobnost spočítat v uvedených a mnoha dalších příkladech si ukážeme v této přednášce.

## 7. Matematika je jazykem přírodních věd.

*Tomáš Fürst*

- Fyzika je nesmírně úspěšný pokus o informační kompresi celého vesmíru.
- Matematika je jazykem této informační komprese.
- Proč je matematika jazykem přírody, to je největší filosofická záhada naší doby.
- Používání matematiky mimo kontext přírodních věd, zejména v ekonomii, vede v lepším případě k nedorozumění, v horším případě ke katastrofě

## 8. Šest drsných vychytávek západní civilizace

*Tomáš Fürst*

Kdybyste kolem roku 1500 dělali predikci, která civilizace ovládne svět, patrně byste v Asii tipli Čínu a v Evropě Osmanskou říši. To byste se ovšem šeredně spletli, protože během následujících pěti set let planetu ovládla civilizace Západní Evropy. Překvapivě málo lidí se zamýšlí nad tím, které vymoženosti naší civilizace hrály v tomto vzestupu důležitou roli. Niall Ferguson argumentuje, že to bylo těchto šest společenských institucí:

- soutěžení
- věda a výzkum
- medicína
- vlastnická práva
- spotřeba
- protestantská pracovní morálka

V souladu se svoji odborností se více zaměřím na vědu, výzkum a medicínu, ovšem okomentuji i ty ostatní a podívám se na to, jestli o tyto instituce neztrácíme zvolna zájem. Pokud hrály tak důležitou roli v našem vzestupu, čeká nás po jejich opuštění pád?

## 9. Strojové učení změní svět. Víc než si myslíte.

*Tomáš Fürst*

Nové tisíciletí začalo na poli vědy, výzkumu a technologií v poměrně ostrém tempu. Data se stala ropou jednadvacátého století. K jejich porozumění však stará dobrá statistika rozhodně nestačí. Žezlo zvolna přebírají bayesovské metody, Complexity Science a zejména strojové učení. Ze všech metod strojového učení nejvíce pozornosti sklízí umělé neuronové sítě, na jejichž použití je založen nejen div moderní techniky od autonomních vozidel přes rozpoznávání obrazu až po google translate. O to pozoruhodnější je, že k porozumění neuronovým sítím stačí základní kurs lineární algebry a derivace složené funkce. V této přednášce se pokusím vysvětlit, kde se umělé neuronové sítě vzaly, jak a proč fungují a k čemu jsou dobré.

## 10. Jak neměřit koronavirus: Matematická a logická nedorozumění během epidemie

*Tomáš Fürst*

Během epidemie se do veřejného prostoru najednou dostalo mnoho matematických pojmů a metod, které donedávna byly skryty za zdmi akademických institucí. Začalo se mluvit o sensitivitě a specificitě testů, matematických modelech šíření epidemie a různých mírách účinnosti opatření. Došlo u toho k mnoha omylům a nedorozuměním, která jsou z matematického hlediska velmi zajímavá, ale taky nesmírně poučná pro případ, až se zase někdy budeme ptát vědců, co máme dělat.

## 11. Bayesova věta: Nejdůležitější rovnice na světě

*Tomáš Fürst*

Většinu kupeckých počtů lze zvládnout pomocí trojčlenky, kterou všichni umějí. Analogií trojčlenky ve světě logiky a pravděpodobnosti je Bayesova věta. Reverend Thomas Bayes ji sice nikdy nevyslovil ani nenapsal, ale už několik století je spojena s jeho jménem. Budeme si povídat o tom, že všechny úlohy správného usuzování, správné predikce a správného rozhodování jsou založeny na této „logické trojčlence“.

## 12. Korelace není kauzalita: Co tedy kauzalita je?

*Tomáš Fürst*

Když dáte všem dětem na základní škole stejný test z matematiky, je jasné, že ty starší děti dosáhnou lepšího výsledky. Starší děti jsou také větší, takže mají větší boty. Číslo boty bude tedy velmi dobře korelovat s výsledkem testu z matematiky. Přesto všichni chápete, že nemá smysl kupovat dětem větší boty a doufat, že se tím zlepší v matematice. V této přednášce se podíváme, jaké matematické nástroje máme k tomu, abychom uměli odlišit příčinnou souvislost v datech od pouhé náhodné korelace.

## 13. Závislost pohledem statistika

*Karel Hron*

Studium a pochopení závislostí mezi jevy (potažmo statistickými proměnnými) je klíčem k porozumění světu kolem nás. Jak spolu souvisí nezaměstnanost s depresí, pití kávy s rakovinou slinivky, covid-19 s fotbalem nebo počet laureátů Nobelových cen s konzumací čokolády? Aneb jaký je rozdíl mezi korelací a kauzalitou? Cílem přednášky je podívat se na závislost očima statistika, identifikovat nástroje statistiky, které byly pro analýzu závislosti vytvořeny, ale také na příkladu epidemiologických studií upozornit na situace, kde má i statistika jako věda rozvíjející lidské znalosti užitím empirických dat své limity.

## 14. (Skoro) vše je relativní

*Karel Hron*

Asi nikdo si nemyslíme, že má stejný efekt, když o pět kilo zhubne statný padesátník nebo malé dítě. Nebo jestli se úhrn srážek v našem městě z měsíce na měsíc zvýšil z 10 na 15, nebo ze 100 na 105 milimetrů. Přesto z pohledu statistika tomu tak je, pokud se nad svými daty nezamyslí pohledem geometrie, potažmo optikou tzv. relativního měřítka. V přednášce se tomuto klíčovému problému při analýze dat budeme věnovat podrobněji a třeba k takovému obyčejnému aritmetickému průměru nabídneme nečekaně snadnou alternativu, která si s efektem relativního měřítka dokáže hravě poradit. Ukážeme si přitom také zcela nový kontext použití logaritmu mimo potřeby dávných hvězdopravců.

## 15. Matematika a humor

*Pavel Ludvík*

Přednáška se pokusí vyvrátit mýtus, že je matematika nudnou vědou. Ukážeme, že má s humorem daleko více styčných bodů, než by se na první pohled mohlo zdát. Řadou příkladů doložíme, že matematický důkaz má podobnou strukturu jako vtip. Využijeme k tomu především (ale nejen) vizuálních důkazů a argumentů. V další části přednášky vykreslíme matematickou komunitu jako skupinu lidí, která si ze sebe dokáže udělat legraci – poslechnete si výběr známých i méně známých matematických vtipů a vtipů o matematicích. Na závěr se podíváme do historie, protože i dějiny matematiky obsahují spoustu příběhů, jež jsou stejným dílem zábavné, jako jsou i poučné.

## 16. Hilbertovy patálie a zkrocení Hamelova monstra.

*Pavel Ludvík*

Přednáška nás přenesení do doby vědeckého a společenského kvasu kolem roku 1900, kdy se zdálo, že se matematika jako věda vyčerpala a nevyřešené zůstávají v podstatě jen „technické“ problémy. Přesuneme se do doby, kdy David Hilbert během slavné přednášky Problémy matematiky formuloval 23 nejvýznamnějších nevyřešených matematických problémů. My si přiblížíme poutavý příběh Maxe Dehna, který vyřešil 3. Hilbertův problém a ukážeme jeho myšlenku řešení.

## 17. Číslo pí: Vše, co jste chtěli vědět, ale báli jste se zeptat

*Pavel Ludvík*

Dozvíte se, jaký má pí původ a společně budeme zkoumat, co je to za číslo. Ukáže se, že není zrovna racionální. Někteří učení pánové pochybují, zda je vůbec normální. Řadě lidí vzalo smysl života, když popřelo možnost kvadratury kruhu. Jiným (nebo možná i stejným) lidem otevřelo vrátka k Monte Carlo metodám, kdy se složité úlohy řeší způsobem připomínajícím provoz kasina.

## 18. Analýza obrazu: Příběh skrytý v pixelech

*Monika Machalová*

Obrazová analýza hraje v současné době důležitou roli v mnoha oblastech, od medicíny a průmyslu, přes dopravu až po vědecký výzkum a mnoho dalších. Za každým obrazem a pixelem se skrývá množství informací, které lze odhalit a využít pomocí různých matematických metod. Tato přednáška přiblíží roli matematiky v technikách analýzy obrazu a ukáže, jak její propojení s umělou inteligencí posouvá hranice našeho porozumění vizuálním datům.

## 19. Doporučovací systémy

*Ondřej Pavlačka*

Doporučovací systémy (angl. Recommender systems) představují druh systému pro filtrování informací, který je založený na predikci hodnocení, jež by uživatel udělil nějaké položce. V posledních se letech staly běžnou součástí našeho života, používají se v řadě aplikací a oblastí – doporučování filmů, seriálů nebo hudby na streamovacích platformách, zobrazení příspěvků na sociálních sítích apod. Představíme si možné přístupy k řešení tohoto problému a ukážeme si jeden jednodušší matematický model doporučovacího systému spadající do oblast strojového učení.

## 20. Tajemství textu: Jak datová analýza odhaluje skryté vzorce, významy i nálady

*Ivana Pavlů*

Textová data v sobě skrývají cenné informace a vzorce, které lze odhalit díky moderním metodám datové analýzy. Na této přednášce si ukážeme, jak lze texty rozkládat, vizualizovat a interpretovat pomocí statistik, počítačových algoritmů a nástrojů pro zpracování přirozeného jazyka. Prostor bude věnován aplikacím analýzy sentimentu, identifikace témat nebo klasifikace textů. Na závěr se krátce dotkneme toho, jak tyto analýzy pomáhají při tréninku jazykových modelů a rozvoji AI.

## 21. Jak se počítá epidemie pomocí diferenciálních rovnic

*Jan Tomeček*

Za doby covidu jsme každý den slyšeli o reprodukčním čísle a jaká je zrovna jeho hodnota. Koho z nás by napadlo, že toto číslo je odvozeno ze soustavy diferenciálních rovnic. Na přednášce se dozvíme, co je možné modelovat pomocí diferenciálních rovnic. Zjistíme, že derivace nejsou dobré jen pro fyziky.

## 22. Jak hledáme odpovědi na nejrůznější otázky pomocí analýzy dat

*Ondřej Vencálek*

Lidé pracující v různých oborech si kladou velice rozmanité otázky: „Který ze tří dostupných typů léčby je nejvhodnější pro pacienty trpící určitou nemocí?“ ptají se výzkumníci – lékaři. „Která ze dvou různých výukových metod matematiky je vhodnější pro talentované žáky na prvním stupni ZŠ?“ ptá se ředitel školy. „Jak stanovit kritéria, která musí splňovat žadatel o hypotéku, tak, aby hypotéka byla poskytována pokud možno jen těm klientům, kteří ji budou schopni bezproblémově splácet?“ ptá se ředitel banky. Všechny výše uvedené příklady mají jedno společné – k jejich zodpovězení je třeba hodně zkušeností. Proces získávání zkušeností můžeme podpořit systematickým zaznamenáváním svých pozorování – sběrem dat – a následnou analýzou těchto záznamů (dat) pomocí vhodných statistických metod. Snažíme se vlastně ve velké spoustě nasbíraných dat najít jednoduchá pravidla, která by poskytla odpovědi na námi kladené otázky.

## 23. Statistika a jiné zbraně

*Ondřej Vencálek*

„Statistika se dá velmi dobře zneužít k demagogii, navíc závěry jsou přece podloženy údaji, že?...Se statistikou je to stejné, jako s jakýmkoliv jiným nástrojem. S nožem si můžete stejně tak ukrojit chleba, jako ho bodnout někomu do zad. Záleží pochopitelně na tom, kdo ho drží v ruce a jak s ním umí zacházet.“ Těmito slovy varovali před zneužitím statistiky autoři publikace *Moderní metody zpracování dat*. Ačkoliv od jejího vydání v roce 1992 uplynulo již více než třicet let, toto varování neztrácí na své aktuálnosti. Cílem příspěvku je ukázat několik příkladů chybných úsudků vyvozených z pozorování reality a zdánlivě podložených „objektivními“ údaji.

## 24. Sítě, jejich analýza a optimalizace

*Rostislav Vodák*

V rámci prezentace si ukážeme, jak vypadá reprezentace silniční sítě pomocí grafu a jaké věci se dají na síti zkoumat. Zejména se zaměříme na problematiku zranitelnosti a robustnosti silniční sítě a na to, co jsou to fázové přechody. Dalším důležitým pojmem je odolnost silniční sítě. Jeho důležitou součástí je problém rychlého napojení komponent po rozpadu sítě vlivem nějaké katastrofy. Ukážeme si, jak tento problém formulovat jako optimalizační úlohu. Řekneme si, v čem spočívá největší problém při jejím řešení. Podíváme se blíže na algoritmy inspirované přírodou a ukážeme si, jak je lze použít pro řešení této úlohy.

## 25. Řešení neřešitelných soustav rovnic

*Stanislav Škorňa*

Jak je běžně známo, soustava lineárních rovnic má buď jediné řešení, nekonečně mnoho anebo její řešení neexistuje. V tomto případě ale i tak lze najít alespoň přibližné řešení a to pomocí metody největších čtverců, která má v praxi dalekosáhlý dopad například v geometrii. V příspěvku si metodu nejmenších čtverců představíme a podíváme se na její interpretaci na praktických příkladech.