

10. 02. 2019	FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Historie kybernetiky a umělé inteligence
1. ročník bakalářského studia	Seminární práce Rudolf E. Kálmán	Hynek Moudrý

## Rudolf Emil Kálmán



Rudolf E. Kálmán byl americký, původem maďarský, elektrotechnik a matematik, který se zajímal o výzkum v oblasti teorie systémů. Je známý a oceňovaný především vývojem tzv. Kálmánova filtru.

Narodil se 19. května 1930 v Budapešti. V mládí se rozhodl stát se elektrotechnikem stejně jako byl jeho otec Otto Kálmán. Kálmánova rodina v roce 1943 kvůli válce emigrovala do USA, kde ve městě Youngstown (Ohio) studoval tři roky na tamější univerzitě. Později byl přijat na Massachusettský technologický institut (MIT) a zde v roce 1953 získal titul bakaláře a v roce 1954 magisterský titul v oboru elektrotechniky. Doktorské studium dokončil v roce 1957 na Kolumbijské univerzitě v New York City, zpracováním diplomové práce „Analysis and synthesis of linear systems operating on randomly sampled data“.

V letech 1957 a 1958 pracoval ve výzkumných laboratořích v IBM, kde spolupracoval na návrhu lineárních řídicích systémů využitím Ljapunovy teorie pro analýzu a návrh řídicích systémů. V roce 1958 se Kálmán přidal k výzkumnému institutu RIAS, konkrétně k matematickému oddělení, které bylo pod vedením světoznámého matematika Solomona Lefschetze. Právě v tomto období vynalezl Kálmán svůj největší objev, Kálmánův filtr, což je, zjednodušeně řečeno, algoritmus používaný k odhadu stavu nějaké veličiny podle nepřesných měření.

Kálmánův filtr byl vypracován využitím předešlých prací v oblasti filtrování, jako například od Wienera, Kolmogorova, Bodeho a Shannona. Dokončen byl v lednu a prezentován v květnu roku 1959 a spolu s Richardem Bucym napsal i druhou publikaci. Svůj objev prezentoval na konferenci ASME, kde byl kvůli skepticismu nejprve zamítnut. Kálmán ale poté na podzim roku 1960 navštívil výzkumné středisko Ames Research Center NASA a ukázal svou práci Stanleyemu F. Schmidtovi, který naopak viděl potenciál Kálmánova filtru a rozhodl se jej využít v navigačním systému programu Apollo. Tato technologie se ukázala být velmi efektivní a Schmidt se rozhodl ji publikovat a dát zásluhy právě programu Apollo za její úspěch. Od té doby byl využíván ve velkém množství dalších aplikací, jako GPS navigace, navigační systémy letadel, atd.

V roce 1960 se zúčastnil prvního kongresu IFAC v Moskvě a představil zde další důležité koncepty řídicích systémů, na kterých dále pracoval a dal tak základ dnešním řídicím systémům a technice obecně.

Ve výzkumném centru RIAS pracoval Kálmán až do roku 1964, načež byl jmenován profesorem na Stanfordské univerzitě v oborech elektrotechniky, mechaniky a operačního výzkumu. V roce 1971 odešel na univerzitu v Gainesville na Floridě, kde byl jmenován profesorem výzkumu a zároveň se v roce 1973 stal ředitelem centra pro matematickou teorii systémů na Švýcarském federálním technologickém institutu a zůstal zde, stejně jako na univerzitě, dokud neodešel do důchodu v roce 1997.

Za své služby a průkopnický výzkum v oblasti teorie řídicích systémů byl zvolen jako člen Národní akademie věd USA, Americké národní akademie techniky a Americké akademie umění a věd. Kromě několika doktorátů z univerzit celého světa získal také několik ocenění, konkrétně IEEE Medal of Honor v roce 1974, IEEE Centennial Medal v roce 1984, Kyoto Prize od Inamori foundation v roce 1985, Steele Prize od Americké matematické společnosti v roce 1987, Richard E. Bellman Control Heritage Award v roce 1997 a Charles Stark Draper Prize od Národní akademie věd v roce 2008. Rok poté převzal od prezidenta Obamy nejvyšší cenu za vědu, technologii a inovaci, Národní medaili věd.

Rudolf Emil Kálmán neustále zkoumal problémy v řídicích systémech až do své smrti, ke které došlo 2. července 2016 v Gainesville. Se svou ženou Constantinou nee Stavrou měl dvě děti, Andrewa a Elisabeth. Spolu se svou rodinou po sobě zanechal obrovský dopad na dnešní techniku a teorii řídicích systémů a zároveň svou odhodlaností ovlivnit oblast řídicích systémů inspiroval mnohé ze svých studentů.

Eduardo D. Sontag, Kálmánův bývalý student univerzity na Floridě, psal o Kálmánovi jako o svém vzoru. Dával svým studentům volnost následovat své zájmy, zároveň se ale snažil prosadit důležitost matematiky a její základní problémy, a také schopnost zhodnotit práce ostatních. V roce 1975 nechal Sontag na Kálmánově stole krátké psaní o řešení problémů teorie bilineárních vstupně-výstupních systémů, což bylo téma, na němž Kálmán tehdy tvrdě pracoval. Brzy ráno rozčilený Kálmán zavolal Sontaga, že je vážně zklamaný a aby co nejrychleji přijel vysvětlit ten “absolutní nesmysl“, který napsal. Když Sontago dorazil, Kálmán byl stále mírně naštvaný, ale Sontagovi stačilo pouhých pár minut na to, aby svou úvahu vysvětlil a přesvědčil Kálmána, že má pravdu, načež si Kálmán uvědomil svou chybu a pogrataloval Sontagovi za jeho práci. Je tedy vidět, že Kálmán byl ve svém oboru velmi horlivý a kritický, ale dokázal poznat, kdy se mýlil a tím své studenty inspiroval v jejich dalších aktivitách.

## **Použité zdroje**

<http://georgiou.eng.uci.edu/publications/asme.pdf>

[https://ethw.org/Rudolf\\_E.\\_Kalman](https://ethw.org/Rudolf_E._Kalman)

<http://www2.coe.pku.edu.cn/tpic/2010418113452189.pdf>