

*Kurt*

VĚNOVÁNO SLAVNÉMU LOGIKOVÍ  
S ČESKO-RAKOUSKÝM PŮVODEM

# Gödel



# Editorial

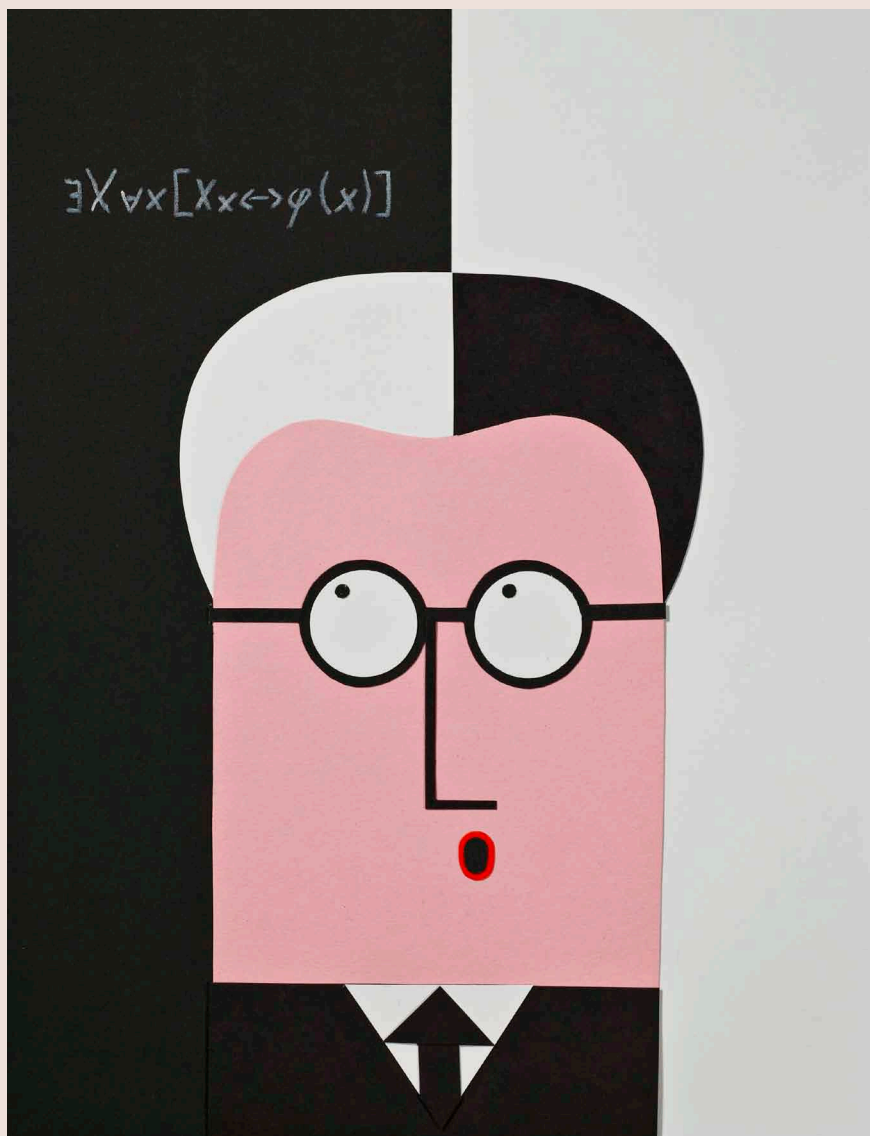
## Brno nezapomeň!

Jsou Brňané, na které je pyšný celý svět, ale samotné Brno na ně téměř zapomnělo. Jednou z takových osobností je logik Kurt Gödel, který si své první matematické vzorečky odříkával v parku pod Špilberkem - tedy v místě, kde strávil celé dětství. Muž, bez kterého by Einsteinova teorie relativity neměla své pokračování. Umělá inteligence by dnes nebyla pojmem pro všechna odvětví.

Hvězdárna a planetárium Brno proto připravila poctu tomuto géniovi v podobě časopisu nesoucího jeho jméno. Volně tak navazuje na třídílný magazín, který vznikl před rokem jako dárek k narozeninám pro muže s podobným renomé – zakladatele genetiky Johanna Gregora Mendela.

Více informací naleznete na [www.kurtgodelbrno.cz](http://www.kurtgodelbrno.cz)

*Jiří Dušek, ředitel Hvězdárny a planetária Brno*



### Vydavatel:

Hvězdárna a planetárium Brno,  
příspěvková organizace,  
Krávův hora 522/2, 616 00 Brno

### Redakce:

Veronika Slámová, Vladimír Klepáč

### Koncept:

Jiří Dušek

### Produkce:

Veronika Slámová, Vladimír Klepáč

### Jazyková korektura:

Marie Dohnálková

### Grafika a sazba:

Tomáš Starosta (Starosta design)

### Ilustrace:

Vendula Chalánková, Ján Obyšovský

### Fotografie a vizualizace:

Jiří Salík Sláma, Jiří Sláma,  
Institute for Advanced Study,  
archiv FIT VUT, archiv Radima Polčáka,  
archiv Bazmek entertainment,  
Shutterstock, Canva.com

**Tisk:** Tiskárna Brko, s.r.o.

### Partneři:

Hvězdárna a planetárium Brno  
Statutární město Brno  
Fakulta informačních technologií  
Vysokého učení v Brně  
Přírodovědecká fakulta Masarykovy  
univerzity  
Společnost Kurta Gödela v Brně

### Magazín vznikl za podpory

Statutárního města Brna

Vydáno v květnu 2023



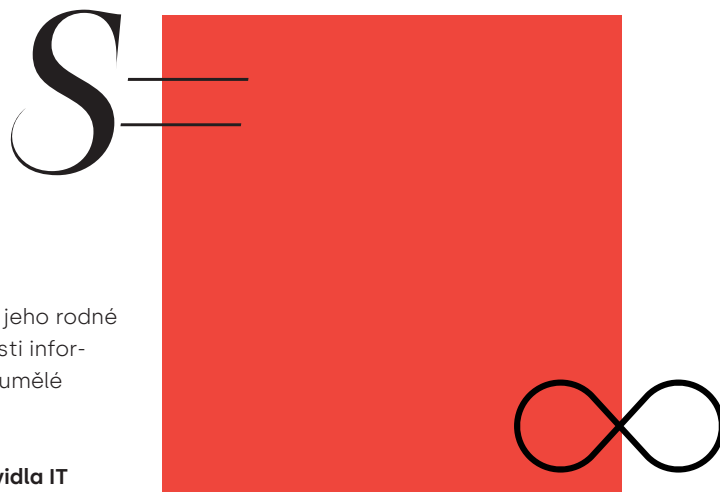
- 8 Přátelství, které změnilo svět**  
Kurt a Albert se spolu seznámili ještě v Evropě. V USA pak spolu dokázali velké věci, ze kterých žijeme dodnes.



- 10 České stopy v Princetonu**  
Slavná univerzita nebyla jen Einsteinovým a Gödelovým útočištěm pro vrcholovou vědu. Své příběhy zde prožívaly i další osobnosti s českými kořeny.



- 12 Bůh existuje!**  
Gödel byl člověk pochybností. V jednom měl ale jasno: božské jsoucno nevyhnutně existuje, říká v rozhovoru znalec Gödelova díla.



- 15 Brno ajtácké**  
Kurt by se divil, kam se jeho rodné město posunulo v oblasti informačních technologií a umělé inteligence.

- 18 Géníus nastavující pravidla IT**  
„Geniální logik nastavil logické mantinely, v nichž se informatika pohybuje dodnes a které pro ni budou platit navždy,“ říká počítačový vědec, profesor Alexander Meduna.

- 20 Otestuj svou logiku!**  
Oslovili jsme matematiky z Masarykovy univerzity, aby pro vás připravili logické hádanky. Zjistěte, jak na tom jste!

- 22 Cestování časem**  
Gödel byl přesvědčený, že cesta zpět časem je možná. Vědci upozorňují na to, že jeho závěry je nutné brát vážně.

- 24 Gödelovo Brno**  
Vydejte se po stopách Kurtova dětství. Třeba vás také začne bavit matematika!

- 26 Ein štrúdl und Nekonečno**  
Divadelní inscenace o neskonale touze po poznání a po vědění, která je pro nás na Gödelově osobnosti nejzajímavější.





# Kurt Gödel

**B** rno na počátku 20. století bylo textilním centrem mocnářství Rakouska-Uherska. Bouřlivě rozvíjející se průmysl století páry dával o sobě vědět na každém kroku. Město vypadalo téměř jako jedno veliké staveniště – už řadu roků se bouralo na tři sta starých domů, prorážely se nové, rovné a především dlážděné ulice lemované moderními domy. Od roku 1900 jezdila elektrická dráha, od roku 1902 byla v provozu spalovna smetí a v roce 1913 začala do města téct pitná voda z Březové. V roce 1910 zde žilo 125 737 obyvatel a jako ve většině velkých měst českých zemí se i v Brně mluvilo dvojjazyčně – česky a německy, přičemž německy mluvící společenská vrstva byla zámožnější a vlivnější. V takovém prostředí se 28. dubna 1906 Marianě a Rudolfovi Gödelovým narodil druhý syn, Kurt.

## Génius z dobré rodiny

Kurtův otec se díky svým schopnostem a pílí vypracoval na ředitele a později i spolujeditele textilní továrny Friedricha Redlicha. Kurt se narodil v nájemném domě na Bäckergrasse, dnes Pekařská 5, v bytě o sedmi místnostech a s prosklenou verandou do dvora. V něm bydlel s rodiči, o čtyři roky starším bratrem Rudolfem a dvěma českými služkami. Když bylo Kurtovi devět let, rodina se přestěhovala na Spielberggasse, dnešní Pellicova 8a, do vily, kterou nechal postavit Kurtův otec. Dobré finanční zajištění rodiny umožnilo dopřát chlapcům kvalitní vzdělání na německých školách, soukromé lekce klavíru a výlety vlastním autem. Jako dítě byl Kurt Gödel velmi vnímavý, jindy zase plně zaměstnán vlastními myšlenkami. „Jen časté záchvaty revmatické horečky jej sužovaly a činily nejistým,“ vzpomíná jeho bratr Rudolf. Kromě matematiky a fyziky jej zajímaly také jazyky a náboženství. Na německém gymnáziu se učil latinsky, francouzsky a anglicky, později i italsky a holandsky. Světová válka ani následná inflace se rodiny Gödelových příliš nedotkly, takže rodiče mohli poslat oba syny studovat na univerzitu do Vídně.

## Ve Vídni

Sám Kurt Gödel ve svých deníkových zápiscích uvádí, že před imatrikulací na Vídeňské univerzitě neměl mnoho společenských kontaktů. Po dvou letech přešel pod vlivem přednášek matematika Philippa Furtwänglera z oboru fyziky na matematiku. Kromě toho si rozšiřoval znalosti historie filozofie, o kterou se zajímal už na reálce v Brně. Od roku 1926 se pravidelně účastnil schůzek Vídeňského kroužku, ale ne vždy souhlasil s jeho charakteristickým logicismem a novopozitivismem. Jeho kolegyně ze studií Olga Taussky-Toddová vzpomíná, že během diskusí toho mnoho nenamluvil, ale když něco řekl, stálo to za to. Vídeňská škola jej provázela po zbytek života, protože mnoho jeho tamějších přátel a známých bylo nuceno, podobně jako on, uprchnout před Hitlerem do Ameriky. Pohřeb otce ukončil jeho brněnskou éru.

Roky 1929–30 byly pro mladého Gödela přelomové. V únoru 1929 mu zemřel otec a na jeho pohřbu v Brně byl v rodném městě naposled. V červnu se vzdal československého občanství a přijal rakouské. V červenci obhájil disertační práci „Úplnost axiomů funkcionálního kalkulu logiky“, což byl počátek mladíkovy hvězdné kariéry.

V červnu 1930 v kavárně Cafe Reichsrat neformálně oznámil Rudolfu Carnapovi svůj objev „důkazu existence nerozhodnutelné věty“. Publikoval jej v roce 1931 v legendárním článku o neúplnosti pod názvem „O formálně nerozhodnutelných větách v Principia Mathematica a příbuzných systémech I“, který vyšel v časopise Monatshefte für Mathematik und Physik. V roce 1933 podnikl první cestu do Ameriky, aby tam přednášel o objevu neúplnosti v Institute for Advanced Study v Princetonu a dále na univerzitách v New Yorku a ve Washingtonu. Lze dokázat, že je matematika bezesporná? – Tak se jmenovalo jeho vystoupení. Po návratu z Ameriky trpěl klinickou depresí, kterou léčil bezmála rok v sanatoriu nedaleko Vídně. Po návratu k práci podal důkaz, že přidání axiomu výběru nevnese do teorie množin spor, a o dva roky později dokázal obdobné tvrzení o zobecněné hypotéze kontinua. Krátce po svatbě s Adélou Nimburskou v září 1938 odjel na další cestu do Ameriky, kde přednášel v Princetonu a na jaře 1939 na Univerzitě Notre Dame.

## Nebyl Žid, ale před nacisty musel prchnout

Krátce po anexi Rakouska nacistickým Německem se Kurt Gödel přes varování přátel vrátil do Vídně. Tam zjistil, že jeho

titul docenta byl zrušen, a chtěl-li by se stát „docentem nového pořádku“, musel by si o to zažádat a podrobit se rasovým a politickým prověrkám. Byl těž povolán k odvodu a shledán „schopným vojenské služby“. Znepokojivé bylo, že byl, patrně pro své časté dřívější styky s židovskými intelektuály, považován za Žida. Poslal naléhavý dopis příteli do Princetonu, v němž žádal o práci v Institute for Advanced Study a o pomoc s odjezdem z Rakouska. V prosinci 1939 konečně získal povolení k emigraci. Gödelovi se vydali přes Lotyšsko, Litvu a pak transsibiřským expresem přes Rusko a Mandžusko. Následně z japonské Jokohamy lodí do San Franciska, kam připluli 4. března 1940 po téměř tříměsíční cestě.

## Přátelství s Einsteinem i boj se sebou samým

Od svého příjezdu byl plně zaměstnán přednáškami v Princetonu. Tamější akademickou společností byl dobře přijat, jeho sousedem a blízkým přítelem se stal Albert Einstein, na jehož teorii relativity Gödel navázal ve své práci poté, co publikoval několik článků o filozofii matematiky. V roce 1948 získal americké občanství. Jeho přínos na poli logiky byl Johnem von Neumannem přirovnán k Aristotelovu, neboť exaktně odpověděl na otázky, které si logika kladla dvě tisíciletí. Po Einsteinově smrti v roce 1955 a s postupným odchodem dalších přátel se Gödel stále více uzavíral do sebe. I když se jeho objevům dostalo plného uznání, stal se laureátem mnoha vědeckých ocenění a osobností opředenou legendami. To vše bylo pro plachého a pedantického samotáře přítěží a nepřispívalo k jeho duševní rovnováze. V poslední dekádě Gödelova života měla jeho manželka zdravotní potíže a její dlouhodobý pobyt v sanatoriu se výrazně promítl do jeho zdravotního stavu. Celoživotní úzkost a paranoia se stupňovaly a vyústily ve strach z otravy. Přestal téměř jíst. Po krátké hospitalizaci umírá 14. ledna 1978 na podvýživu způsobenou poruchou osobnosti, jak je uvedeno v jeho úmrtním listu. ○○

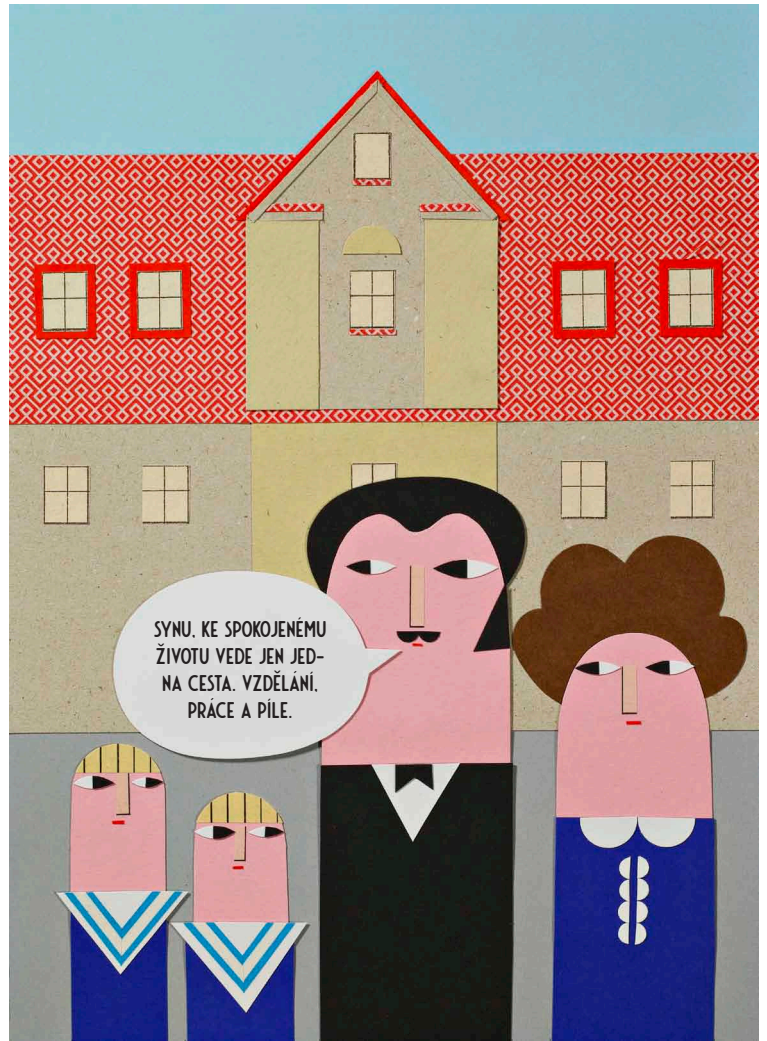


*V Brně zapomenut,  
světem oslavován*





27. 4. 1901. GÖDELOVI PATŘILI MEZI PRŮMYSLOVOU SMETÁNKU BRNA NA POČÁTKU DVACÁTÉHO STOLETÍ



1912. GÖDELOVI ŽIJÍ V PEKAŘSKÉ. POZDĚJI PELLICOVĚ ULICI. VEDOU SVÉ DĚTI KE VZDĚLÁNÍ A PÍLI.



1914. KURT BYL VYNIKAJÍCÍM STUDENTEM VE VŠECH PŘEDMĚTECH. MLUVIL PLYNNĚ FRANCOUZSKY, LATINSKY, ANGLICKY, POZDĚJI ITALSKY A HOLANDESKY.

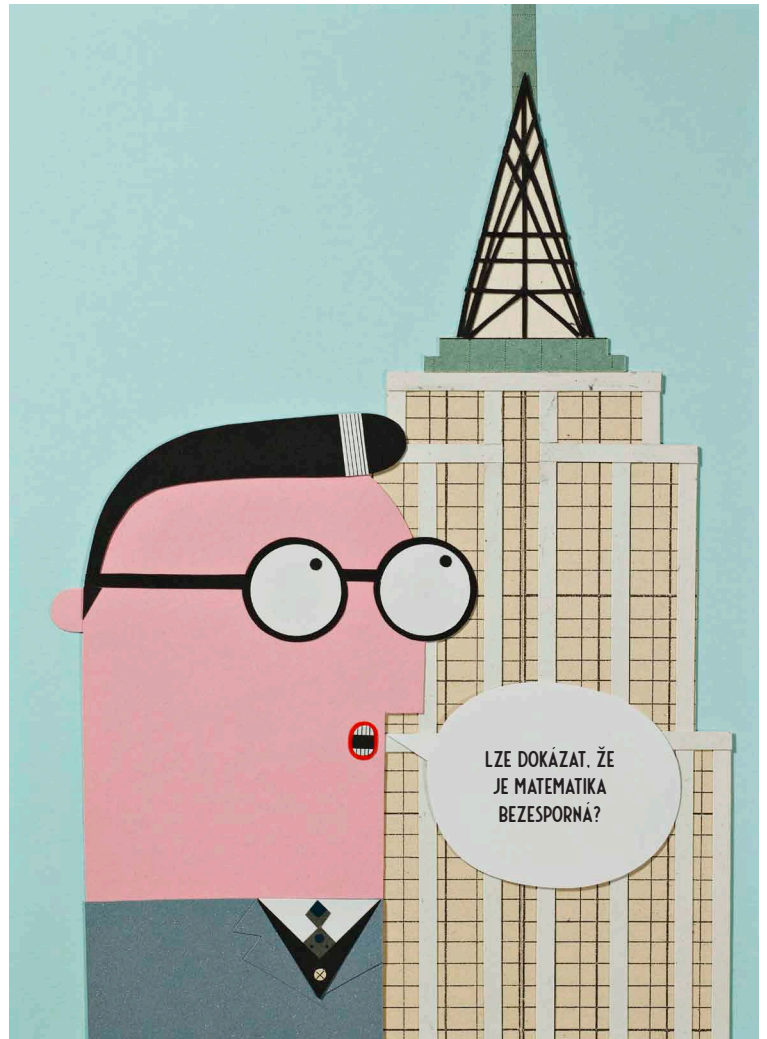


1929. SPOLUŽÁCI Z UNIVERZITY VE VÍDNI JEJ POVAŽOVALI ZA NEMLUVNÉHO GÉNIA. KDYŽ ALE NĚCO ŘEKL, STÁLO TO ZA TO.





23. 2. 1929. NA POHŘBU SVÉHO OTCE BYL V BRNĚ NAPOSLEDY



1933. O GÖDELOVI UŽ VĚDÍ I ZA OCEÁNEM. SVĚTOVÉ UNIVERZITY STOJÍ O TO, ABY O NEÚPLNOSTI PŘEDNÁŠEL PRÁVĚ U NICH.

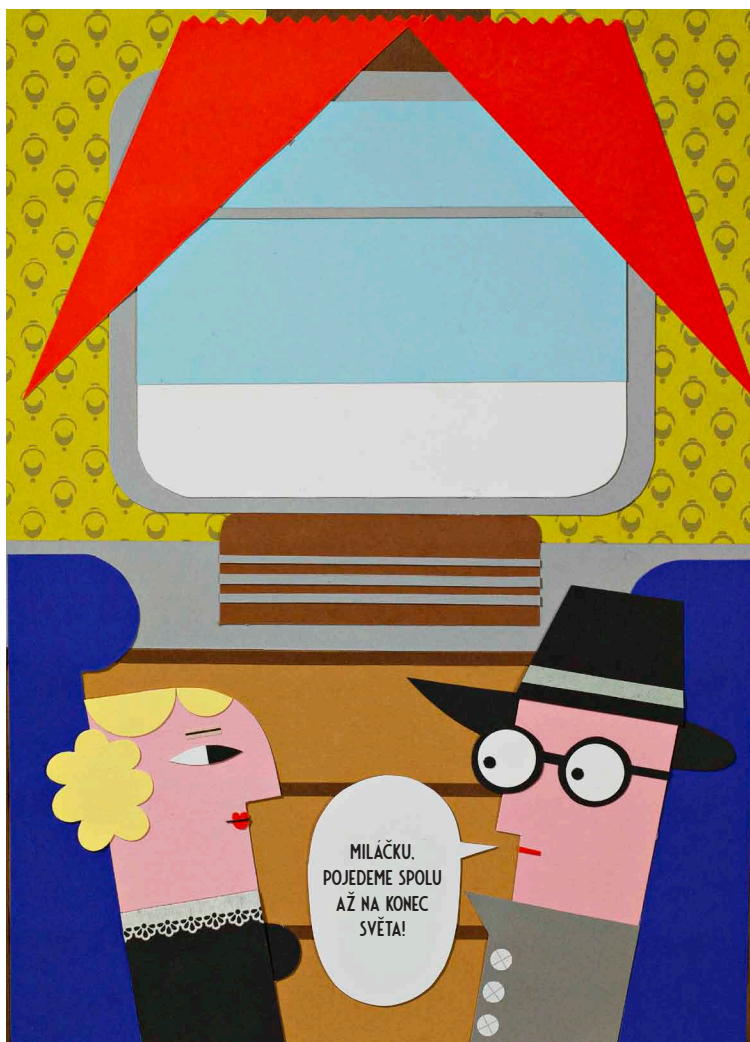


1934. PO NÁVRATU Z AMERIKY TRPĚL NERVOVOU DEPRESÍ, KTEROU LÉČIL BEZMÁLA ROK V SANATORIU NEDALEKO VÍDNĚ



1938. ZE STAVŮ, KTERÉ V NĚM VYVOLÁVALA I SPOLEČENSKÁ SITUACE, JEJ VYVEDLA AŽ LÁSKA K ADELE NIMBURSKÉ

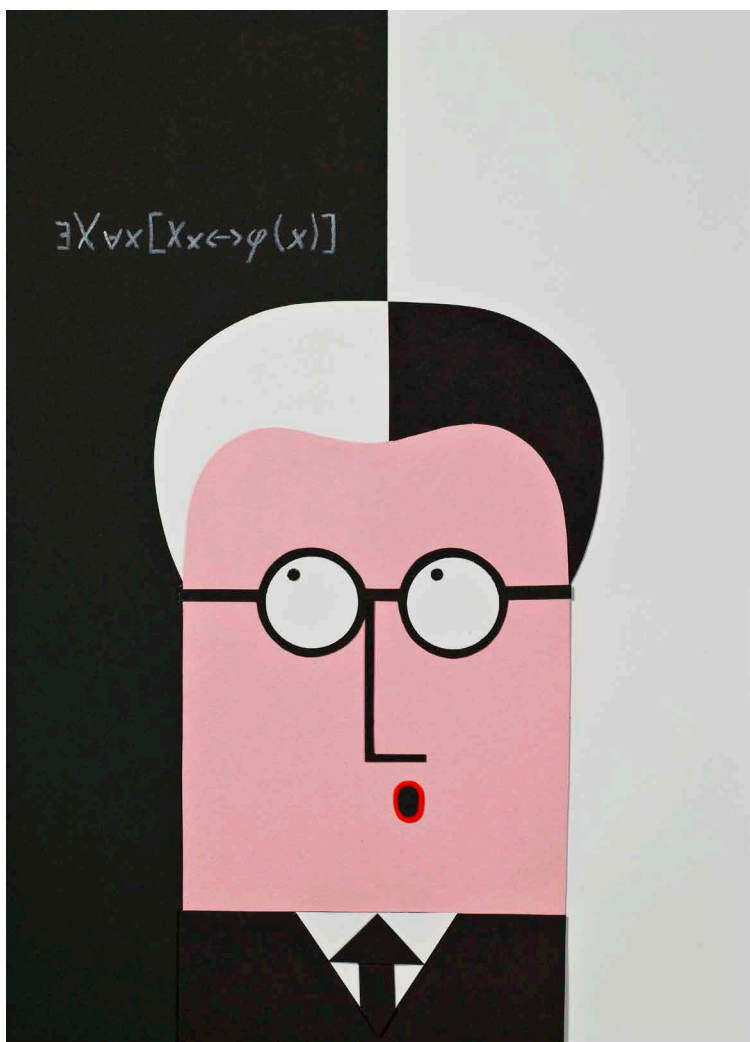




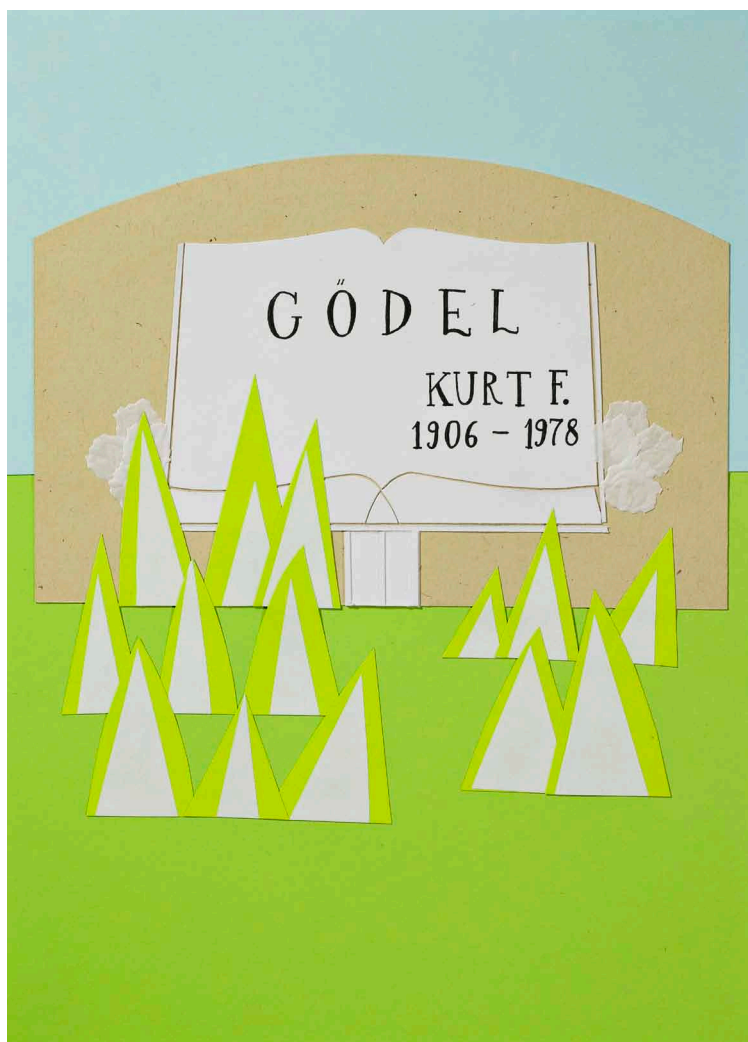
1939. NEBYL ŽID. ALE PŘED NACISTY MUŠEL PRCHNOUT. STRASTIPLNÁ CESTA NOVOMANŽELŮ DO AMERICKÉHO PRINCETONU TRVALA ČTYŘI MĚSÍCE.



1940. ALBERT S KURTEM BYLI BLÍZCÍ PŘÁTELÉ. PŮSOBNÍ NA UNIVERZITĚ V PRINCETONU BYLO JEJICH SPOLEČNĚ ROZHODNUTÍ. GÖDEL PŘÍSPĚL K ROZVOJI EINSTEINOVY TEORIE RELATIVITY.



1974. PREZIDENT USA UDĚLIL GÖDELOVI NEJVYŠŠÍ OCENĚNÍ V OBLASTI VĚDY NATIONAL MEDAL OF SCIENCE.



14. 1. 1978. POSLEDNÍ FÁZE GÖDELOVA ŽIVOTA BYLA POZNAMENÁNA PSYCHICKÝMI PROBLÉMY. PODLÉHAL STIHOMAMU A V DŮSLEDKU ODMÍTÁNÍ POTRAVY ZEMŘEL V NEMOCNICI VYHLADOVÉNÍM.





# Kurt a Albert

přátelství, které spojila věda

**N**a černobílých fotografiích vypadají vedle sebe, jako by byl každý z jiného světa, nebo spíše z jiné galaxie. Jeden připomínající bankovního úředníka, vždy v perfektně padnoucím obleku, dokonale uhlazený, se zamyšleným až plachým pohledem. Druhý s vizáží jeho rozverného strejdy, který nezkaží žádnou legraci, působící s nezkrtnými šedivými vlasy a pytlovitými kalhotami a obnošeným svetrem trochu zmuchlaným dojmem. Přátelství matematika Kurta Gödela (1906-1978) a teoretického fyzika Alberta Einsteina (1879-1955) bylo sice plné rozdílů, přesto obohatilo lidské poznání natolik, že lze oba zařadit k největším vědeckým mozkům všech dob.

Z Einsteina se stala doslova vědecká superstar. Jeho teorii relativity a rovnici  $E = mc^2$  zná celý svět, i když ji ve skutečnosti jen málokdo dokáže vysvětlit. Plakáty s Albertovou fotkou, na níž vyplazuje jazyk, lze najít v nejednom dětském pokoji i ve vědecké pracovně. To Kurt má sice přídomek největší logik od časů Aristotela a již za svého života měl mezi svými kolegy díky svým teoriím doslova božské postavení, význam jeho práce ale široké veřejnosti uniká. A byl to přitom brněnský rodák Gödel,

který se stal pomyslným otcem cestovatelů v čase, s nimiž se zatím setkáváme jen ve sci-fi. Originálním způsobem obohatil Einsteinovu obecnou teorii relativity formulováním a nalezením kosmologického modelu rotujícího vesmíru. Právě ten je základem jeho myšlenky, že cesta časem neodporuje fyzikálním zákonům.

Oba velikány spojila druhá světová válka. Einstein coby Žid utekl z Evropy před nacismem v roce 1933 do Spojených států amerických. Ve své německé vlasti čelil nařčení z toho, že tvoří „židovskou fyziku“, a to proti „německé, árijské fyzice“. Ač Gödel nebyl Žid, byl za něj omylem považován. Právě proto se ve své milované Vídni dostal do strkanice s nacistickými mladíky. Když při ní skončily jeho brýle na chodníku, zakročila odvážně jeho manželka Adéla. Výrostky zpacifikovala svým deštníkem. Oběma v tu chvíli došlo, že Evropu čeká peklo, a v roce 1940 odcestovali přes Rusko, Sibiř a Tichomoří do USA, kde Gödel přijal ve státě New Jersey místo na Princetonské univerzitě. Albert se konečně dočkal...

Dodnes patří Princeton k prestižním světovým univerzitám.

V době druhé světové války a po ní zde působily kromě Einsteina a Gödela, který získal pracovní téměř přesně nad tou Albertovou, ty největší mozky světa. Jejich společným přítelem byl ekonom Oskar Morgenstern, jeden ze zakladatelů teorie her. Na univerzitě působil otec atomové bomby Robert Oppenheimer, spoluvůdce kvantové mechaniky Wolfgang Pauli anebo třeba Niels Bohr, jehož výzkum vedl k popisu toho, jak se štěpí uran. Jenže volnomyšlenkářskému Einsteinovi, který si s ničím nebral servítky, jen tak někdo neseděl. O Princetonu dokonce prohlásil, že jde o „nesmírně zábavný, obřadný zapadákov plný drobných polobohů“.

Jak napsal americký novinář a popularizátor vědy Jim Holt, písař pro New York Times, Einstein se jen tak s někým ne bavil. V jednom z textů zmiňuje Holt fyzika Freemana Dysona, který uvedl, že „Gödel byl...jediný z našich kolegů, který chodil a mluvil za stejných podmínek jako Einstein“. Albert našel v Kurtovi konečně někoho na své myšlenkové úrovni, s nímž může i přes rozdílnost názorů diskutovat a nemusí mu stále něco vysvětlovat.

Einsteinovi bylo úplně jedno, že je Gödel plachý, nepřístupný až podivinský. „Spojení společným pocitem intelektuální izolace, našli útěchu ve své společnosti,“ napsal Holt. Prý pánové podle svých známých ani nechtěli mluvit s nikým jiným. Einstein se netajil svým respektem ke Gödelovi. Známým dokonce říkal, že ráno chodí do své univerzitní kanceláře „jen proto, aby měl tu čest jít domů s Kurtem Gödelem“. Z jejich procházek se stala na dlouhé roky příjemná rutina. Bavili se spolu nejen o vědě, ale také o politice a Sněhurce.

Gödel, ten uhlažený gentleman, totiž tento legendární animovaný příběh od Walta Disneyho miloval. Nikdy prý nepřemluvil Einsteina, aby se na něj podíval také. Právě na Sněhurce lze demonstrovat onu rozdílnost mezi Kurtem a Albertem. Zatímco Kurt si liboval v tom, že má na dvorku její sošku i se sedmi trpaslíky a považoval prý za „strašně okouzující“, když tento tým doplnila jeho paní Adéla o sošku plameňáka, Einstein byl z úplně jiného těsta. Jako vášnivý houslista miloval Beethovena a Mozarta. A taky měl rád coby požitkář těžkou německou kuchyni, zatímco Gödel dával přednost spíše dietní stravě, lehkým jídlům a především pokrmům, které mu zásadně připravovala jen jeho paní. Albert byl přes všechny životní kotrmelce veselý a společenský povahy, zatímco Kurt věřil v duchy, bál se, že jej otráví technický plyn z ledničky, trpěl představou, že je sledován a že jej chtějí zabit. Stranil se i setkání se svými slovnými kolegy, protože se bál, že jej chce někdo zavraždit.

Přátelství obou velíkánu by vydalo na knihu, i kdyby se v ní vůbec nemusely rozebírat jejich někdy až příliš složité teorie.

Jedním z jejich společných témat byl bezesporu čas. Einstein ukázal, že tok času závisí na pohybu a gravitaci a že rozdělení události na minulé a budoucí je relativní. Gödel byl ještě radikálnější; věřil, že čas, jak byl intuitivně chápán, neexistuje.

Kurt na základě Albertovy teorie relativity přišel s myšlenkou existence do té doby naprosto nepředstavitelného vesmíru. Podle Gödela se vesmír nerozpíná, ale rotuje. Pozorovatel v tomto vesmíru by viděl všechny galaxie, které by se kolem něj pomalu otáčely. To, co dělá Gödelův vesmír skutečně zvláštním, je způsob, jakým jeho geometrie míchá prostor a čas.

A pozor, teď to přijde: pokud by podle Kurta obyvatel takového vesmíru nasedl do super rychlé kosmické lodi a vyrazil by v ní na okružní let, mohl by se na tomto pomyslném kruhu vrátit do jakéhokoli bodu vlastní minulosti. No, a to je ten Gödelův koncept cesty časem.

Einstein ale někdy musel se svým přítelem Gödelem zažívat krušné chvíle. Po válce se velký logik rozhodl stát se americkým

občanem. K tomu bylo nutné Gödelovo slyšení před soudcem, a to se svědky. Kdo jiný by jej mohl při takovéto události doprovázet než Albert a Kurtův přítel, ekonom Oskar Morgenstern? Kurt se na setkání připravil. Detailně si nastudoval ústavu USA. V předvečer setkání se soudcem rozrušený zatelefonoval Morgensternovi, že má problém. Našel prý v ústavě nesrovnalost umožňující vznik diktatury. Naštěstí pánové Kurta uklidnili a druhý den se s ním vydali k soudci. Jenže Gödel, i když byl v některých ohledech vnitřně křehký, své názory jen tak neměnil. Nejprve se Einstein s Morgensternem museli dívat na to, jak jejich přítel poučil soudce o tom, že nemá německé, ale rakouské občanství. Soudce se to pokusil přejít odpovědí, že ať už je to německé nebo rakouské občanství, rozhodně jde o občanství státu s diktaturou, což v Americe nehrozí. Gödel se nedal. Soudci řekl, že Ústava Spojených států amerických připouští diktaturu a že mu to dokonce může dokázat. Rozladěný soudce Gödelovi opáčil něco v tom duchu, že když tedy nechce, tak o ame-

rické občanství přece usilovat nemusí. Jak to pak Morgenstern s Einsteinem zařídili, to se neví. Jisté je, že za několik měsíců Gödel složil přísahu a stal se občanem USA.

Když pak Albert v roce 1955 zemřel, musela to být pro Kurta těžká ztráta. Einsteina přežil o dlouhých 23 let. „Jestli Gödelovi scházel? To určitě! Vždyť ten zamlklý a podivinský Gödel se s Einsteinem dokonce smál. Nehráli mezi sebou hru na to, kdo je chytrější a kdo toho ví víc. Nešlo jim o žádnou rivalitu, kterou dnes vidíme téměř všude, a nadšeně jí tleskáme. Spolu hledali ve vědě pravdu, bez ohledu na to, jak byli rozdílní. A přesně to je ten největší odkaz jejich přátelství,“ řekla Blažena Švandová ze Společnosti Kurta Gödela v Brně, která se odkazu jednoho z nejslavnějších rodáků z moravské metropole věnuje dlouhá léta. ○○



*Spolu hledali ve vědě pravdu,  
bez ohledu na to, jak byli  
rozdílní.*





# Ve šlépějích *Kurta G.*

aneb česká stopa na Princetону

**U**niverzita v Princetonu v americkém státě New Jersey má sice jen 7000 studentů, patří ale k nejprestižnějším vysokým školám na světě. Na jedné straně jde o malou vysokou školu co do počtu posluchačů, na straně druhé je až neuvěřitelné, kolik mimořádných mozků moderní doby na ní působilo. Mnohé z těchto osobností doslova ovlivnily dějiny lidstva.

K nejvýznamnějším vědcům z Princetonu bezesporu patří otec teorie relativity Albert Einstein a jeho přítel, brněnský rodák a geniální matematik, Kurt Gödel. Za jejich časů působili na univerzitě coby jejich kolegové světoví špičkoví odborníci z oblasti matematiky, fyziky i ekonomiky.

V seznamu vědců spjatých s Princetonom nescházejí četní držitelé Nobelových cen z mnoha oborů, od chemie až po medicínu. Na univerzitě studoval americký prezident Woodrow Wilson, několik astronautů a současně významných teologů. Literatuře se na princetonské univerzitě věnoval představitel slavného filmového agenta Foxe Muldera herec David Duchovny a k posluchačům politologie patřila ikona

parkového skákání Meredith Michaelsová-Beerbaumová. Zvládala studium i jezdeckví současně.

Princeton má jedinečnou atmosféru. Ironický Einstein jej sice označoval za maloměsto, mnozí ale nedají dopustit na jeho kouzlo připomínající *starou dobrou Anglii*, tedy lépe řečeno časy, kdy byla tato oblast její kolonií. „...ze všech stran na nás dýchala oduševnělá krása a důstojnost celého areálu, která se zajímavě mísila s typickým studentským životem,“ napsal do svého deníčku po návštěvě univerzity v září 2011 předseda Senátu ČR Miloš Vystrčil.

K univerzitě a jejím absolventům či slavným přednášejícím by se toho dalo napsat mnohem více. Asi nejlépe ji ve zkratce vystihuje její Honor Code, tedy Kodex cti, jímž se škola pyšní již více než sto let. A teď všichni žáci, studenti a posluchači škol všeho druhu pozor! Studenti na Princetonu podepisují kodex, tedy dokument, že nebudou při psaní testů podvádět. Profesori na znamení důvěry odcházejí z místnosti, kde se test píše. Vědí to i absolventi a studenti této univerzity z České republiky. ∞



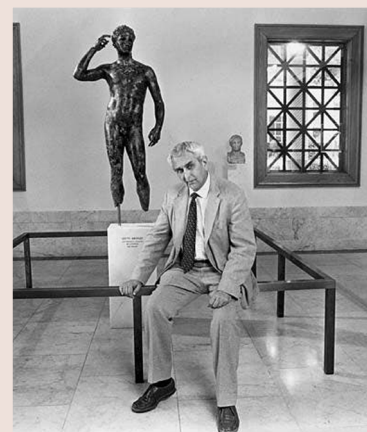


## Jan Švejnar

ekonom a vysokoškolský učitel

Profesor a ředitel Centra pro globální hospodářskou politiku na Kolumbijské univerzitě v New Yorku a vedoucí projektu think tanku IDEA. V roce 2008 kandidoval na post prezidenta České republiky. Je držitelem mnoha prestižních ocenění za ekonomii. Na Princetonské univerzitě získal titul Ph.D.

Na Princetonu působili  
nebo právě studují:



## Jiří Frel

původním jménem Jiří Fröhlich, klasický archeolog, historik antického umění, zejména znalec řeckého sochařství a vázového malířství, vysokoškolský pedagog

Roku 1969 emigroval do USA, kde se stal profesorem na Princetonské univerzitě. Později pracoval jako asistent kurátora sbírek antického umění Metropolitního muzea umění v New Yorku a působil jako první kurátor sbírky antického umění v Muzeu Jeana Paula Gettyho v Los Angeles. Tuto instituci proměnil v jedno z předních světových muzeí.



## Bruno Baránek

ekonom

Baránek studoval na Institutu ekonomických studií Fakulty sociálních věd Karlovy univerzity v Praze a nyní pokračuje v doktorském studiu na Princetonské univerzitě, kde se věnuje oblasti vládních intervencí a veřejným financím. Ve své disertační práci vyvinul modely pro odhalování korupce a tajných dohod při zadávání veřejných zakázek. Jde o to, že zadavatelé veřejných zakázek dostatečně neinvestují do kvality projektů, vybírají proto špatné dodavatele a často podléhají vlivu firem. Baránek získal od České společnosti ekonomické cenu Mladý ekonom za rok 2020.



## Anna Juráňová

astrofyzikálka

Na Princeton byla přijata v roce 2016 již v době svého bakalářského studia na Masarykově univerzitě. Pod vedením jednoho z nejvýznamnějších současných astrofyziků profesora Davida Spergela se věnovala podrobnému studiu chaosu v galaktické příčce. Předmětem její práce bylo především programování a simulování podmínek uvnitř tzv. galaktické příčky, což je protažená centrální oblast uvnitř většiny spirálních galaxií. Tato příčka je tvořena hvězdami a z jejich konců vycházejí samotná spirální ramena galaxie.



## Filip Matějka

ekonom

S pomocí ekonomických teorií vysvětluje chování lidí a států. Věnuje se zejména rozvoji teorie racionální nepozornosti, kterou v roce 2003 poprvé popsal nositel Nobelovy ceny za ekonomii Christopher Sims. Matějku teorie zaujala na Princetonské univerzitě, kde studoval a kde Sims přednášel. Následně ji začal rozvíjet. Teorie, která v sobě spojuje klasickou ekonomii s behaviorální ekonomikou, popisuje lidské chyby při rozhodování.

# Bůh existuje!



Když se před odborníky řekne jméno Kurt Gödel, ihned z rukávu vysypou dlouhý seznam všeho, čím se zabýval, a následně detailně vysvětlí, jak neuvěřitelný měla jeho práce přesah do mnoha oborů lidské činnosti, od logiky a filozofie přes matematiku, fyziku až po právo, chápání vesmíru nebo programování počítačů.

**A**ž úplně nakonec, a to spíše jako zajímavost, zmíni Gödelův ontologický důkaz boží existence (pozn. ontologie je filozofická disciplína, která se zabývá bytím jako takovým). Zjednodušeně řečeno jde o jeho logický závěr, že bůh, přesněji řečeno boží existence, existuje. Znalci Gödelova díla ihned opáčí, že to není to nej, co dal slavný brněnský rodák lidstvu, a že jde jen o takovou úvahu matematického filozofa.

Jenže ... otázka boží existence provází lidstvo od samotného úsvitu jeho dějin. Je, či není nad námi něco všemohoucího, něco, co dává světu i vesmíru řád? Ta otázka dráždí natolik lidskou fantazii, že se jí prostě nedá vyhnout. Jak si s ní poradil Gödel, to prozradil profesor Pavol Zlatoš z Fakulty matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislavě.

Profesor Zlatoš se zabývá algebrou, topologií a matematickou logikou, filozofií matematiky a také matematickým modelováním ve farmakokinetice. Je znalcem Gödelova díla a současně autorem několika publikací o něm. Samozřejmě se zabývá i oním důkazem boží existence.

## **Je vůbec logické hledat důkaz boží existence v logice a matematice?**

Ani trochu. Měli bychom oddělit otázku samotné existence něčeho takového, řekněme boha, od otázky původu této představy a potřeby v ni věřit. Netuším, kde bychom mohli najít důkaz potvrzující existenci boha či Boha. Mnoho myslitelů jej hledalo v „čistém rozumu“ či v dokonalosti přírody, tedy božího

díla. Otázka původu představy boha a potřeba víry v její realitu je v první řadě záležitostí sociální antropologie a psychologie.

## **Jak se slučuje věda a víra? Není to protimluv? Může vědec věřit v boha? Je zvláštní, že zakladatel genetiky a slavný Brňan Gregor J. Mendel byl na jedné straně opat, na straně druhé nahlédl při svém vědeckém bádání až k samotné vědecké podstatě života.**

V odpovědi na otázku, zda jsou či nejsou věda a náboženská víra v rozporu, nevládně shoda.

Můžeme z historie i současnosti uvést příklady prominentních vědců, kteří byli nebo jsou praktikující křesťané, židé, muslimové, hinduisti, budhisti či šintoisti, případně spojovali či spojují svoji osobní identitu s tradicí zakotvenou v některém z náboženství. Na druhé straně známe příklady vědců programově se hlásících k ateismu, kteří trvají na tom, že náboženská víra a věda se vzájemně vylučují, lépe řečeno, že věda všechna náboženská dogmata už dávno vyvrátila. Za všechny vzpomeňme alespoň filozofa a logika Bertranda Russella a evolučního a genetického biologa Richarda Dawkinse. Je tu ale ještě třetí možnost, která je z čistě vědeckého hlediska asi nepoctivější, a sice agnosticismus, který zastává stanovisko, podle něhož odpověď na tuto otázku stále ještě neznáme.

## **Drobné ohlédnutí do historie. Jak to bylo před Gödelem s hledáním logického důkazu existence boha? Kdo z velikánů se tímto tématem zabýval a k čemu dospěl?**

Otázkou existence boha se zabývala nemalá část starověkých, středověkých i novověkých myslitelů od Platóna, Aristotela, přes sv. Augustina, Anselma z Canterbury, Alberta Velikého, Tomáše Akvinského, Dunse Scota, Williama Occama až po Descarta, Spinozu a Leibnize.

Typická argumentace, alespoň u tzv. ontologických důkazů, k nimž se řadí i Gödelův důkaz, zní velmi zjednodušeně takto: Bůh je nejdokonalejší jsooucn. Jsoucn, které existuje, je ale určitě dokonalejší než jsooucn, které neexistuje. Proto bůh nemůže neexistovat, protože potom by nebyl nejdokonalejší. Anebo se tuto argumentaci můžeme pokusit vysvětlit i jiným způsobem: Bůh je jsooucn, které má všechny dobré vlastnosti. Existovat, tedy mít vlastnost existence, zjednodušeně řečeno být, je nepochybně dobré. Proto bůh nevyhnutelně musí existovat. Tyto a další důkazy boží existence podrobil kritice klasický německý filozof Immanuel Kant. V případě ontologických důkazů v podstatě ukázal, že jde o svého druhu sofistickou argumentaci založenou na chybné úvaze, která považuje existenci za vlastnost jsooucn.

**Jak to měl s bohem Gödel? Víme, že byl luterán, do kostela nechodil, ale každou neděli četl s manželkou Adélou bibli. Zabýval se existencí boha kvůli své víře, anebo byl pro něj bůh zajímavý vědecký problém čekající na rozlousknutí?**

S Gödelovou vírou to není tak jednoduché. Rozhodně nebyl praktikujícím křesťanem. Dokonce nechtěl být ani považován za religiózního člověka. Na druhé straně víckrát jednoznačně vyjádřil názor, že materialismus je očividně chybný anebo není prostě schopen adekvátně vysvětlit duchovní fenomény, například lidský intelekt. Svůj světonázor sám označil za spíše teistický než deistický, bližší Leibnizovi než Spinozovi. Na rozdíl od svého přítele Einsteina, který byl velkým obdivovatelem právě Spinozy.

**Jak vlastně Gödel vnímal svět? Někteří autoři jej popisují trochu jako podivína. Zmiňují jeho obavy, že je sledován, že jej chtějí otrávit, bál se prý i výparů z ledničky.**

Ve světě nacházel účelnost. Jeho obavy z otravy vycházely z jedné zkušenosti s onemocněním trávicího traktu v dětství a z hypertrofované potřeby mít ve všem jistotu, spojenou s nedůvěrou ve schopnosti lidí v jeho okolí zabezpečit mu ji. Výjimkou, v pozdějším období jeho života už asi jedinou, byla jeho manželka Adéla.

**K čemu tedy Gödel při svém hledání boží existence dospěl?**

Pokud se ptáte na to, zda Gödel na základě svého důkazu dospěl k přesvědčení o existenci boha, tak odpověď zní rozhodně ne. Svědčí o tom kromě jiného skutečnost, že svůj důkaz (pozn. Gödelův ontologický důkaz boží existence) nikdy nepublikoval. Původně jej chtěl dokonce zatajit, protože, jak už jsme si řekli, nechtěl, aby jej považovali za religiózního člověka. Později si to ale v obavě, že by se důkaz mohl ztratit, rozmyslel a dal ho k dispozici svému žákovi, jimž byl Dana Scott. Ten ho pak zveřejnil v rámci komunity matematických logiků. Osobně považují za nejpravděpodobnější, že Gödela Kantova kritika ontologických důkazů boží existence nepřesvědčila, a pokusil se najít v ní mezeru. To se mu také podařilo.

Navíc s využitím modální monadické logiky druhého řádu sestavil důkaz, který sice vychází z předpokladů typických pro středověké ontologické důkazy, ale i přesto je formálně bezchybný

(kromě jiného je v něm korektně definovaná vlastnost jsooucn „nevyhnutelně existovat z vlastní podstaty“). Z psychologického hlediska však není o nic přesvědčivější než ty méně dokonalé starší důkazy boží existence. Žádného ateistu Gödel na víru v boha neobrátil.

**Co si tedy ze závěrů Kurta Gödela k existenci boha máme vybrat? Když zapomeneme na všechna složitá vysvětlení a závěr shrneme, co si máme zapamatovat? Je to „Bůh je všechno dobré, co nemá záporný protiklad, a je tedy ztělesněné dobro?“**

Gödelův důkaz je mistrovská miniatura: jediná řídce popsaná strana papíru, na níž je pět axiomů, tři definice, jeden důsledek a pět teorémů ve tvaru jednoduchých matematických formulací. Mezi nimi je pár lakonických poznámek. Bůh je definovaný jako jsooucn, které má všechny dobré vlastnosti. Jeden dost problematický axiom tvrdí, že nějaká vlastnost je dobrá právě tehdy, když její negace není dobrá. Takže jsme v totálně černobílém světě.

Modální logika druhého řádu umožňuje definovat vlastnost „nevyhnutelně existence z vlastní podstaty“ a následující axiom postuluje, že tato vlastnost je dobrá. Potom se ukáže, že božské jsooucn je možné. Z toho Gödel odvodí, že božské jsooucn nevyhnutelně existuje.

Při důkazu však Gödel zamlčí, že používá jeden zdaleka ne samozřejmý ani všeobecně přijímaný princip modální logiky, podle něhož „co je možné, to je nevyhnutelně možné.“ Tak, a teď si vyberte!

**Jak vědecký či duchovní svět přijal závěry Kurta Gödela?**

Vědecký ani duchovní svět z tohoto Gödelova důkazu žádné závěry nevyvodil. Až na komunitu matematických logiků a logicky naladěných filozofů si ho téměř ani nevšiml. Ve srovnání s Gödelovými zásadními a epochálními objevy, jako jsou jeho věta o úplnosti logiky prvního řádu, dvě věty o neúplnosti formálních systémů zahrnující aritmetiku, důkaz bezespornosti axiomu výběru a zevšeobecněné hypotézy kontinua, či – něco z celkem jiného soudku – objevu matematického modelu všeobecné teorie relativity, v němž je možné cestovat do minulosti, jde skutečně jen o vcelku bezvýznamnou kuriozitu. Zajímavá je hlavně kvůli osobnosti jejího autora.

**Gödel pomyslně teprve čeká na to, až jej široká veřejnost objeví. Prý je to tím, že je pro nematematiky příliš složitý. Co bychom tedy o něm měli vědět?**

Gödel byl objevený a oceněný už za svého života, minimálně v rámci matematické, fyzikální a filozofické komunity, kde o jeho genialitě nikdo nepochyboval. Část jeho díla byla náležitě popularizovaná, a to se všemi pozitivy i negativy, jaké to obvykle přináší. Otázkou je, jak velkou část veřejnosti to zasáhlo. Charakter Gödelových objevů bohužel příliš širokou popularizaci vylučuje. Ta by byla možná jen za cenu nadměrného zjednodušení a hrubého zkreslení až vulgarizace jeho díla. To si ale tento pozoruhodný myslitel nezasloužil.

Člověk s ambicí považovat se za vzdělaného by měl o Gödelovi vědět minimálně to, že nám dal věty o neúplnosti, z nichž vyplývají jistá omezení pro možnosti formálních systémů, tedy i počítačů a umělé inteligence. Samozřejmě bychom měli být na tohoto našeho krajana náležitě hrdí, i když jeho mateřským jazykem byla němčina. ○○

*Charakter  
Gödelových objevů  
širokou popularizaci  
vylučuje. Měli bychom  
být na něj ale hrdí!*



Gödelův

# ONTOLOGICKÝ DŮKAZ BOŽÍ EXISTENCE

**Ax. 1.**  $(P[\varphi] \ \& \ \Box \forall x (\varphi[x] \Rightarrow \psi[x])) \Rightarrow P[\psi]$

Vlastnost, která je nevyhnutelným důsledkem dobré vlastnosti, je dobrá.

**Ax. 2.**  $P[\neg\varphi] \Leftrightarrow \neg P[\varphi]$

Nemít nějakou vlastnost je dobré právě tehdy, když tato vlastnost není dobrá.

**Th. 1.**  $P[\varphi] \Rightarrow \Diamond \exists x \varphi[x]$

Pokud je nějaká vlastnost dobrá, tak existence jsoucna s touto vlastností je možné.

**Df. 1.**  $G[x] \Leftrightarrow \forall \varphi (P[\varphi] \Rightarrow \varphi[x])$

Bůh je jsoucno, které má všechny dobré vlastnosti.

**Ax. 3.**  $P[G]$

Být božským jsoucnem je dobrá vlastnost.

**Th. 2.**  $\Diamond \exists x G[x]$

Existence božského jsoucna je možná.

**Df. 2.**  $\varphi \text{ ess } x \Leftrightarrow \varphi[x] \ \& \ \forall \psi (\psi[x] \Rightarrow \Box \forall y (\varphi[y] \Rightarrow \psi[y]))$

Nějaká vlastnost je podstatou daného jsoucna právě tehdy, když každá jeho další vlastnost nevyhnutelně vyplývá z této vlastnosti.

**Ax. 4.**  $P[\varphi] \Rightarrow \Box P[\varphi]$

Každá dobrá vlastnost je nevyhnutelně dobrá.

**Th. 3.**  $G[x] \Rightarrow G \text{ ess } x$

Podstatou božského jsoucna je právě jeho božskost.

**Df. 3.**  $E[x] \Leftrightarrow \forall \varphi (\varphi \text{ ess } x \Rightarrow \Box \exists y \varphi[y])$

Jsoucno má vlastnost existence právě tehdy, když pro každou vlastnost, která je jeho podstatou, nevyhnutelně existuje jsoucno s touto vlastností.

**Ax. 5.**  $P[E]$

Vlastnost existence je dobrá.

**Th. 4.**  $\Box \exists x G[x]$

Bůh nevyhnutně existuje.

**Teorém (Th)** - v dané axiomatické soustavě teorém je dokázané tvrzení; v případě, že ax. soustava je korektní, tak je ten teorém pravdivý  
**Axiom (Ax)** - tvrzení; základní věta, která se přijímá a bez důkazu považuje za pravdivou  
**Definice (Df)** - slovní zavedení a objasnění obsahu (významu) výrazu (pojmu)



# Brno

## středoevropským Silicon Valley

Na začátku devadesátek by jen málokdo řekl, že se Brno jednou stane středoevropským Silicon Valley a v oblasti informačních technologií (IT) bude mít, řečeno sportovním slangem, neuvěřitelný tah na branku. I za tímto úspěchem hledejte Gödela.





**B**rno má už několik let pověst technologického srdce střední Evropy. Dokladem toho jsou nejen četné tuzemské počítačové firmy, ale také zahraniční společnosti, které mají právě v moravské metropoli svá výzkumná a vývojová centra. Hnací silou tohoto rozvoje jsou bezesporu brněnské vysoké školy, generující pro trh práce kvalitní absolventy. Díky tomuto spojení škol a firem se Brno proměnilo v centrum inovací.

„Město bezesporu ušlo v oblasti IT obrovský kus cesty. Nás samozřejmě těší, že se na tom podílíme, že se nám daří v rámci světa počítačů propojovat akademickou sféru s firmami, s nimiž velmi úzce spolupracujeme,“ uvedl proděkan Fakulty informačních technologií Vysokého učení technického v Brně Vítězslav Beran. Fakulta má přibližně 2 500 studentů, přičemž obor IT lze studovat také na Masarykově a Mendelově univerzitě. O mladé aťžáky mají firmy takový zájem, že někteří ze škol odcházejí ještě dříve, než stihnou úspěšně dokončit studium.

V podstatě devadesát devět procent posluchačů si po ukončení studia najde práci v oboru. Přesněji řečeno, značná část z nich ji má již při studiu a pozvolna přejde ze školy do zaměstnání, ti odvážnější dokonce do vlastních firem, v nichž chtějí zkusit štěstí se svými vlastními IT projekty. Těch je ale bohužel zatím jako šafránu. „Chceme produkovat špičkové odborníky, což se neobejde bez získání kvalitního, uceleného a dokončeného vzdělání. Tito absolventi totiž mají větší šanci podílet se na skutečně zajímavých projektech, a to dokonce už přímo při studiu,“ uvedl Beran. Fakulta spolupracuje se zhruba padesátkou IT firem, jejichž zástupci se pravidelně setkávají se studenty. Co se týká zaměření těchto společností, jde o natolik pestrou škálu, od tvorby vestavěného hardware až po vývoj umělé inteligence, že si mezi nimi vybere každý z posluchačů.

Ne všichni ale stojí o to nastoupit do firem a stát se členy týmů pracujících na již rozdělaných projektech. Někteří přijdou během studia s vlastním nápadem, na němž chtějí pracovat. „I těm podáme pomocnou ruku, aby od nás po ukončení studia odcházeli s tím, že vědí, jak podnikat. Většinou rozvíjejí svůj technologický projekt, který si založili už na škole,“ vysvětlil Beran. Student se může svému chytrému nápadu věnovat i ve své bakalářské či diplomové práci. K dispozici má odborníky,

kteří jej posunou dál, třeba tím, že mu vysvětlí, jak pokračovat v budoucnu například s využitím nejrůznějších podnikatelských inkubátorů. Pomoc nabízí Jihomoravské inovační centrum, podporující start-upy. Pro začínající firmy je centrum a jeho zázemí mimořádně cenným odrazovým můstkem pro další podnikání.

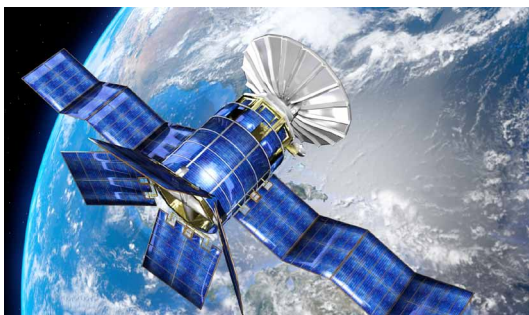
Americké Silicon Valley leží u pobřeží San Francisca. Dříve sloužilo americkému námořnictvu. Od sedmdesátých let minulého století se ale stalo královstvím počítačového průmyslu a inovativních technologií. To brněnské Silicon Valley je rozprostřeno po celém městě. Tvoří jej fakulty, korporáty, vývojová centra, inkubátory a také malé IT firmičky, které teprve bojují o své pomyslné místo na slunci. Podle odborníků je nutné je vnímat jako jeden provázaný celek, jako pomyslný ekosystém využívající IT potenciál z celé střední Evropy. Kvalitní vzdělání je naprosto nezbytnou součástí tohoto systému, který díky němu sílí.

Výsledky výzkumu uvádějí do praxe především akademičtí a výzkumní pracovníci. Zatím podle odborníků nejsme ve srovnání s úspěšnými západními univerzitami a výzkumnými centry na stejné úrovni, ale situace se postupně zlepšuje. Fakulta informačních technologií dlouhodobě pracuje na tom, aby výsledky výzkumu byly co nejvíce využity v praxi.

„V budoucnu k nám chceme dostat více zahraničních odborníků. Například s využitím nadnárodních společností, s nimiž spolupracujeme, chceme zintenzivnit spolupráci s univerzitami v cizině, na které jsou tyto firmy svým výzkumem navázány,“ zdůraznil proděkan. Přestože je spolupráce fakulty a firem podle něj na vysoké úrovni, je nutné ji ještě zkvalitnit a postarat se o to, aby byl výzkum a praxe ještě více provázány. Jen tak lze docílit toho, aby novinky z vývoje na univerzitách našly co nejdříve reálné využití. Beran je pyšný na to, že se zástupci fakulty setkávají v partnerských firmách se svými někdejšími posluchači. I nadále vnímají fakultu jako své zázemí, což usnadňuje spolupráci.

Jeho přáním je, aby mezi posluchači přibývalo studentů s chutí splnit si vlastní sny a začít podnikat. „Samozřejmě že začátky jsou těžké. Na druhé straně je škoda každého dobrého nevyužitého nápadu, který zapadne. Chce to odvalu a my děláme vše pro to, abychom ji v nastupující generaci podnítili. Možnosti v oblasti IT jsou totiž obrovské,“ dodal Beran. ○○





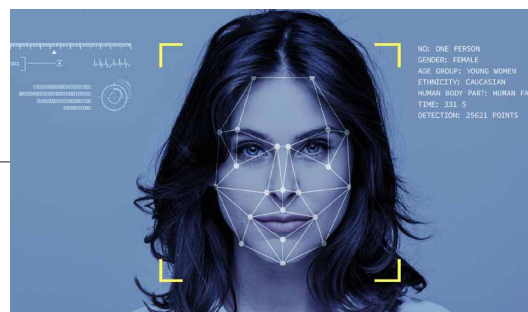
### Kurtovy myšlenky pro úspěšné vesmírné mise

Tahle parta mladých vývojářů ze startupu Zaitra má své sny a nehodlá se jich vzdát. Ještě než dostudovali, začali si plnit svůj vesmírný sen o používání umělé inteligence v kosmu. Nám lidstvu by jejich nápady hodně pomohly – komunikace mezi družicemi by se totiž nemusela spoléhat na časový posun na lince orbit – Země, ale jednoduše by dokázala sama vyhodnotit, že je důvod poslat „urgentní“ zprávu ze satelitu rovnou do velína. Nemuselo by se čekat na zdoluhavé stahování dat a pomalé vyhodnocování. Vesmírný „zpravodaj“ by tak dokázal poslat rychlou zprávu třeba o tom, že vidí požár v amazonském pralese nebo že zaznamenal výbuch na Novém Zélandu. O takovém vývoji si samotný Kurt Gödel mohl nechat jen zdát. Mladí vývojáři si přesto uvědomují, že na počátku jejich rozletu to byl právě on, kdo otevřel dveře k neomezeným možnostem světa umělé inteligence. „Prostřednictvím jeho myšlenek můžou programátoři vyvinout efektivnější a spolehlivější software, který je v našem případě důležitý pro úspěch vesmírných misí,“ potvrzuje Martin Javorka, vývojář ze společnosti Zaitra.



### S vývojem systémů pro záchranáře jdou proti proudu. Jako Gödel

Oheň, kouř, výpadek signálu i elektřiny, panika, chaos. Nejen to jsou nejhorší nepřátelé hasičů a záchranářů, kteří se dostávají do epicenter živelních i jiných katastrof. V takové chvíli je nejdůležitější mít v ruce spolehlivý komunikační systém, který pomůže nejen v záchraně postižených, ale i ochraně samotných hrdinů. A právě takový produkt vyvinula společnost GINA Software. Bez jejich systému se v krizových situacích neobejdou organizace jako například OSN, Český červený kříž nebo bavorsí záchranáři. A i tady stál na počátku všeho vědecký výzkum a také odhodlání stvořit něco, co pomůže lidem. Tři spolužáci z Fakulty informačních studií VUT před dvanácti lety napadlo vytvořit koordinační systém, který by umožnil rychlejší a snadnější organizaci záchranných akcí na zemětřesením zasaženém Haiti. Od té doby své nápady rozšiřují nejen v bezpečných kancelářích v brněnských Medláncích, ale pro vylepšování systému neváhají vyjíždět ani do rizikových oblastí. „Kurt Gödel má prapůvod ve všem, co se nyní děje v našem oboru. Byl to on, kdo si stál za myšlenkou, že matematika je otevřená a dynamická věda. A z této teze pramení dnešní revoluční doba, které se říká umělá inteligence. Gödel šel zkrátka proti proudu a ukázal novou cestu. To je vlastnost, která má inspirovat ve všech oborech,“ říká jeden ze zakladatelů Zbyněk Pouliček.



### Gödelovy výsledky promlouvají i do dnešních debat o umělé inteligenci

Občas se možná podivujete, jak je možné, že se před vaším autem zvedne závoř parkovacího domu, nebo jak snadno se k vám dostane pokuta za překročení rychlosti. Stojí za tím vyspělé technologie, které vyžadují experty z oblastí počítačového vidění, umělé inteligence, zpracování signálu a návrhu hardwaru. A právě takových lidí pracuje v brněnské společnosti Cognitechna hned několik. Bez spolupráce s univerzitním výzkumem, ze kterého vzešli, si svůj rozvoj neumí představit. A vnímají také jako přirozenost „své“ alma mater vracet zpět to, co od ní dostali. Podobně jako jejich vyučující si ani dnešní úspěšní podnikatelé neumí představit svět, kde by nefungovaly zákony logiky, jež definoval právě Kurt Gödel. „Naše firma se zabývá vestavěnou inteligencí a pokročilými metodami takzvaného hlubokého učení. Je zajímavé, že Gödelovy výsledky jsou relevantní i pro nejnovější debaty o tom, jestli modely, které přijdou po dnešním ChatGPT a dalších, mohou dosáhnout obecné inteligence na úrovni člověka,“ uvědomuje si zakladatel a jednatel Cognitechny Petr Honec.



### Vdechují život tisícům strojů na planetě. Na Kurta jsou pyšní.

Stojíme na prahu další průmyslové revoluce. Proto není divu, že právě firmy dodávající roboty a příslušný software do výrobních hal světových gigantů, s napětím očekávají, co všechno vyplyne z využívání nových typů umělé inteligence. A hlavně, zda budou stíhat krok v tak turbulentním prostředí. O tom, že společnost KINALI z líhně FIT VUT nezaspala dobu, není pochyb. Její software vdechuje nový život tisícům strojů po celé planetě. Přesto i zdejší programátoři přiznávají, že některé výstupy umělé inteligence je děsí. Zatím však využívají všechna pozitiva a nasazují to, co jim i klientům usnadňuje čas i práci. „Nedávno jsme dodávali software do velké výrobní haly s příslušným grafickým rozhraním. Spíš ze zvědavosti jsme zkusili zadat grafiku umělé inteligenci a ono to zafungovalo. Na grafiku jsme se už pak ani nemuseli obracet. Jen nevím, zda je to dobře nebo ne,“ přiznává Radek Štourač ze společnosti Kinali. Také v této progresivní firmě nezapomínají na to, kde jsou jejich kořeny. „Myšlenky Kurta Gödela stály u zrodu umělé inteligence. Jsem pyšný na to, že génius ovlivňující dnešní svět IT, pochází právě z Brna,“ dodává Štourač.

# Spolutvůrce světa IT

Brněnský rodák a jeden z největších logiků všech dob Kurt Gödel by jistě žasl, kdyby podnikl pomyslnou cestu časem a viděl, jaké možnosti dává nejen matematice, ale i mnoha dalším vědeckým oborům současná informatika. Pravděpodobně by se divil ještě mnohem víc, až by zjistil, že právě on je pro svět počítačů jednou z naprosto klíčových osobností.



**G**ödel nevytvořil pro informatiky žádný matematický systém ani program. Vždyť na sklonku jeho života, zemřel v roce 1978, dostávala současná informatika své pevné obrysy. Geniální logik překvapivě udělal něco mnohem zásadnějšího. „Nastavil logické mantinely, v nichž se informatika pohybuje dodnes, a které, což je ještě důležitější, pro ni budou platit navždy,” uvedl počítačový vědec, profesor Alexander Meduna, odborník na návrh překladačů, formálních jazyků a automatů působící na Vysokém učení technickém v Brně.

Pokud dnes vzniká počítačový program, nástroj, systém, jeho tvůrce se pomyslně zastaví a při vývoji se sám sebe musí zeptat: Je můj produkt v souladu s filozofií Kurta Gödela? Vyplývá z ní totiž, že svět informatiky má svá omezení, že ani sebelepší počítačový program nebyl a nikdy nebude schopen spočítat naprosto cokoli. Ani ty nejlepší počítače nejsou s to najít odpovědi na všechny matematické otázky, ani když zcela popustíme uzdu fantazii a představíme si, že je naprogramujeme super dokonale. Laik se možná zeptá, zda je to tak důležité. Informatik se usměje a odpoví, že naprosto.

Znát své možnosti, prostor, v němž se pohybujeme, tedy jakési hrací či bitevní pole, je totiž všude, a to včetně IT světa, klíčové. Gödel prokázal, že každý netriviální matematický systém obsahuje v sobě větu, kterou tímto systémem prostě nelze dokázat. Jinými slovy, taková věta nepatří do množiny dokazatelných vět, jejichž pravdivost může být dokázána prostředky matematického systému, v jehož rámci byla zcela legitimně formulována. Paradoxně taková věta je ovšem také pravdivá, jenomže její pravdivost spočívá právě v tom, že je nedokazatelná. Gödel hovoří o neúplnosti takového systému – vlastnosti, s kterou se musí počítat i při tvorbě jakýchkoli počítačových nástrojů.

Důsledky těchto Gödelových poznatků nejsou záležitostí jen čiré teorie. V praxi jsou v mnoha ohledech stejně zásadní a důležité. Vezměme si příklad, s nímž se všichni potýkáme takřka denně, a to zacyklenost. Spustíte program a na monitoru vyskočí naprosto nepodstatné okénko, v němž stačí jen odkliknout Ano a jede se dál. Asi bychom jej ani nevnímali, jenže nějakým nedopatřením se toho zlobivého okénka nemůžeme zbavit a vyskakuje na nás znovu a znovu. Přece musí existovat obecná metoda, která nám zaručí, že se daný program nezacykluje! Přáli bychom si mít univerzální softwarový prostředek, který nás o vyloučení zacyklení ujistí. Ale ono to nejde a nikdy ani nepůjde. Plyne to z neúplnosti matematických a logických systémů, na které upozornil právě Gödel.

Lze jen snít o tom, jaké možnosti by poskytl současný svět IT i s umělou inteligencí logikovi Gödelovi a jeho příteli a tvůrci teorie relativity Albertu Einsteinovi. Bezsporu by žasli. Možná by dali tomuto světu nějakou další ze svých geniálních teorií,

kteří jsou tak nějak součástí našich životů, aniž si to mnohdy uvědomujeme. „Gödel by byl jistě šťastný z toho, jak pomohl formovat informatiku. Také by ale zvedl prst a pokáral nás,” uvedl Meduna.

Geniální logik, prý ten největší od časů Aristotela, by nebyl schopen pochopit, proč ty mašiny, tedy všechny ty počítače a mobily, tak moc posloucháme, a jak můžeme dopustit, aby v takové míře zasahovaly do našich životů. Bezsporu by upozornil, že do značné míry deformují lidské životy. „Samozřejmě by počítače využíval, to bezpochyby, ale byl by schopen je vypnout a bez mobilu, tabletu či chytrých hodinek vyrazit na procházku do parku. Jistě by volal po nastavení hranic, kam až IT lze pustit, a on sám by tyto hranice přísně dodržoval,” zdůraznil Meduna.

Gödel by chtěl, aby se lidé více zamýšleli nad smyslem života a slepě nenásledovali to, co je jim technikou diktoováno. Bezsporu by se mu nelíbil pohled na zamilované páry sedící v kavárnách proti sobě a hledící do mobilů, místo aby si hleděli do očí. Podle profesora Meduny by to byl právě Gödel, který by vysvětloval, že svět IT je jako oheň: vynikající pomocník, který lidstvo posouvá dál, ale i velmi zlý pán. Mnohé dnes svědčí spíše o onom zlém panování, obává se Meduna. Chce-li člověk svůj jedinečný život žít naplno a s chutí, hledá jeho hodnotu a cenu. Einstein, o jehož důvěrném přátelství s Gödelem již byla řeč, o této ceně mluví až neuvěřitelně stručně a jasně: cenu má pouze život, který žijeme pro druhé, zní jeho věhlasná odpověď. Tedy druhé lidské bytosti, ne stroje, zdůrazňuje Meduna.

Věří v to, že lidé se od slavného brněnského rodáka Gödela naučí v tomto ohledu chápat své hranice, že budou schopni se stále více na problémy podívat pohledem Kurta Gödela, že zcela jiného a netradičního úhlu, a že se poučí ze slabých míst, které tím zcela

jistě objeví.

„Gödela musíme vnímat jako génia, který nepřišel s převratnými vynálezy, ale měl dar chápat věci z pohledu jasné a stručné logiky. Díky ní pak byl schopen dávat odpovědi na otázku, jak svět a věci kolem nás fungují, což je velmi důležité,” doplnil Meduna.

Je přesvědčený, že teprve přijde čas, kdy Brňané pochopí, nakolik byl Gödel jedinečnou osobností. Zatím si jej moravská metropole připomíná prý jen velmi skromně, a to naučnou stezkou či ulicí Kurta Gödela. Určitě by si zasloužil i park. Jeho procházky s Albertem Einsteinem jsou ve vědeckém světě naprosto legendární.

Ještě více by se Medunovi líbilo, kdyby mezi Brnem a Vídní jezdil vlak nazvaný Kurt Gödel. „On totiž na této trase skutečně jezdil coby student do Vídně. Vlak by byl i takovou symbolickou připomínkou spojení Brna se světem. Logik Kurt Gödel jej v něm totiž reprezentuje naprosto skvěle,” dodal profesor. ○○



*„Nastavil logické mantinely,  
v nichž se informatika pohybuje  
dodnes“.*



# Logické hádanky

## Lehčí

úroveň základní  
školy



### Zadání:

Kuba se domluvil s bačou, že se mu bude starat o ovce. Bača Kubovi slíbil, že po roce služby dostane dvacet zlatých a k tomu jednu ovci. Jenže Kuba dal výpověď, právě když uplynul sedmý měsíc služby. I tak ho Bača spravedlivě odměnil a zaplatil mu pět zlatých a jednu ovci.

Na kolik zlatých si bača cenil jednu ovci?

Správnou odpověď  
naleznete zde:

(MO 70. ročník, kategorie  
Z7, I. kolo, úloha 2)



### Zadání:

Vodník Kebule nakupoval v rybárně kapitána Nema, kde ceny všeho zboží byly uvedeny v celých šupinkách. Kdyby Kebule koupil 2 raky, 3 škeble a 1 štiku, zaplatil by 49 šupinek. Pokud by přikoupil ještě 5 raků, 11 škeblí a 1 štiku, platil by celkem 154 šupinek.

Kolik šupinek by platil za 1 raka, 2 škeble a 3 štíky? Určete všechny možnosti.

Správnou odpověď  
naleznete zde:

(MO 71. ročník, kategorie  
Z9, I. kolo, úloha 5)



### Zadání:

Po oslavě odložila maminka poslední kousek dortu pro tetu. Když teta konečně dorazila, našla místo pochoutky jen špinavý talíř. Maminka zjišťovala, co se stalo, a od svých čtyř dětí dostala následující odpovědi:

**Adam:** Snědla to Blanka nebo Cyril.

**Blanka:** Snědl to Adam nebo Cyril.

**Cyрил:** Nikdo z nás nelže.

**Dana:** Všichni kromě mě lžou.

Nakonec se ukázalo, že dort dojedlo jedno z dětí a že toto dítě mluvilo pravdu. Zjistěte, které dítě to bylo.

Správnou odpověď  
naleznete zde:

(MO 71. ročník,  
kategorie Z8, II. kolo,  
úloha 2)



### Zadání:

Maminka dala do mísy 56 jahod a 39 malin a zanesla je Emě, která si četla. Ema si čtení zpříjemnila mlsáním, a to tak, že si postupně brala po dvou náhodných kusech ovoce:

- Když vytáhla dvě maliny, vyměnila je u maminky za jednu jahodu a tu vrátila do mísy.
- Když vytáhla dvě jahody, jednu snědla a druhou vrátila do mísy.
- Když vytáhla jednu jahodu a jednu malinu, snědla jahodu a malinu vrátila do mísy.

Takto nějakou chvíli mlsala, až v míse zůstal jediný kus ovoce. Rozhodněte (a vysvětlete), jestli to byla jahoda, nebo malina.

Správnou odpověď  
naleznete zde:

(MO 70. ročník, kategorie  
Z6, I. kolo, úloha 3)



### Zadání:

V našem městě jsou tři kina, kterým se říká podle světových stran. O jejich otevíracích dobách je známo, že:

1. Každý den má otevřeno alespoň jedno kino.
2. Pokud má otevřeno jižní kino, potom nemá otevřeno severní kino.
3. Nikdy nemá otevřeno současně severní a východní kino.
4. Pokud má otevřeno východní kino, potom má také otevřeno jižní nebo severní kino.

Vydali jsme se do jižního kina a zjistili jsme, že je zavřené. Které ze zbývajících kin má jistě otevřeno?

Správnou odpověď  
naleznete zde:

(MO 68. ročník, kategorie  
Z9, I. kolo, úloha 3)



### Zadání:

Vzal jsem klasickou černobilou šachovnici, která byla tvořena  $8 \times 8$  čtvercovými poličky se stranami délky 3 cm. Polička jsem v daném rámci přeskládal tak, že vznikl jeden černý obdélník, jeden černý čtverec a jeden souvislý bílý útvar. Jednotlivá polička se i po přeskládání dotýkala celými stranami. Černé útvary se nedotýkaly (ani rohem) a každý z nich měl alespoň jednu stranu společnou s okrajem šachovnice.

Určete největší možný obvod bílého útvaru a nakreslete, jak by v takovém případě mohl vypadat.

Správnou odpověď  
naleznete zde:

(MO 70. ročník, kategorie  
Z6, I. kolo, úloha 2)



1.

**Zadání:**

V Kocourkově používají mince pouze se dvěma hodnotami, které jsou vyjádřeny v kocourkovských korunách kladnými celými čísly. Pomocí dostatečného množství takových mincí je možné zaplatit jakoukoli celočíselnou částku větší než 53 kocourkovských korun, a to přesně a bez vrácení. Částku 53 kocourkovských korun však bez vrácení zaplatit nelze. Zjistěte, které hodnoty mohly být na kocourkovských mincích. Určete alespoň dvě řešení.

Úloha je speciální případ tzv. Frobeniova problému o mincích, viz



**Správnou odpověď naleznete zde:**

(MO 69. ročník, kategorie Z8, I. kolo, úloha 6)



3.

**Zadání:**

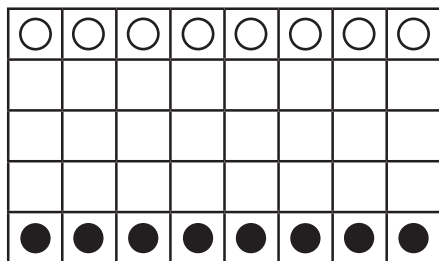
Tabulka  $10 \times 10$  je vyplněna čísly 1 a  $-1$  tak, že součet čísel v každém řádku až na jeden je roven nule a zároveň součet čísel v každém sloupci až na jeden je roven nule. Určete největší možný součet všech čísel v tabulce.

**Správnou odpověď naleznete zde:**

(MO 71. ročník, kategorie C, domácí část I. kola, úloha 4)

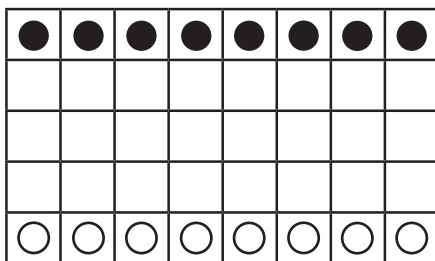
**Zadání:**

Na hracím plánu  $8 \times 5$  je rozmístěno 8 bílých a 8 černých žetonů jako na obrázku vlevo. V jednom tahu je možné posunout žeton na prázdné políčko sousedící stranou. Určete nejmenší počet tahů, jimiž lze z původního rozestavení získat rozestavení na obrázku vpravo.



**Správnou odpověď naleznete zde:**

(MO 72. ročník, kategorie A, krajské kolo, úloha 1)



2.

**Zadání:**

Na školní zahradě hraje skupina žáků hru zvanou molekuly. Učitel jim nejprve uložil, aby se rozdělili do trojic. Jeden žák přebyl, a tak z další hry vypadl. Zbylí žáci se pak měli rozdělit do čtveřic. Opět jeden žák přebyl a vypadl. Poté se zbylí žáci měli rozdělit do pětic, zase jeden žák přebyl a vypadl. Učitel nyní ukládá, aby se zbylí žáci rozdělili do šestic. Dokažte, že opět jeden žák přebyde.

**Správnou odpověď naleznete zde:**

(MO 71. ročník, kategorie C, domácí část I. kola, úloha 1)



4.

**Zadání:**

Na hrací desce je nakreslen pravičelný  $n$ -úhelník s jedním vrcholem vyznačeným jako past. Tom a Jerry hrají následující hru: na počátku Jerry postaví figurku na některý vrchol  $n$ -úhelníku. V každém kroku pak Tom řekne nějaké přirozené číslo a Jerry posune figurku o tento počet vrcholů podle své volby buď ve směru, anebo proti směru chodu hodinových ručiček. Najděte všechna  $n \geq 3$ , při kterých může Jerry tahat figurkou tak, aby nikdy neskončila v pasti. Jak se změní odpověď, když je Tom k desce otočen zády, zná jen dané  $n$  a neví, kam Jerry figurku na počátku postaví ani kam s ní v jednotlivých krocích táhne?

**Správnou odpověď naleznete zde:**

(MO 68. ročník, kategorie A, domácí část I. kola, úloha 6)



6.

**Správnou odpověď naleznete zde:**

(MO 72. ročník, kategorie A, krajské kolo, úloha 1)



Těžší

úroveň střední školy

5.

**Zadání:**

Je možné vyplnit tabulku  $8 \times 8$  šestkami a sedmičkami tak, aby součet čísel v každém řádku byl dělitelný pěti a součet čísel v každém sloupci byl dělitelný sedmi?

**Správnou odpověď naleznete zde:**

(MO 71. ročník, kategorie A, krajské kolo, úloha 1)



info

**Úlohy z Matematických olympiád pro Vás vybrali matematici z Ústavu matematiky a statistiky Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity.**

Matematická olympiáda je nejstarší předmětová soutěž v Česku. Každoročně v ní soutěží několik desítek tisíc žáků základních škol a několik tisíc studentů středních škol. Úspěšní řešitelé mohou být přijati na vysokou školu bez přijímacích zkoušek.

[www.matematickaolympiada.cz](http://www.matematickaolympiada.cz)

**Ústav matematiky a statistiky Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity**

V číslech: 435 studentů, 556 absolventů za 10 let, 51 učitelů. Studium matematiky se člověk naučí analytickému uvažování, logickému myšlení a abstrakci. Uplatnění absolventů je široké, například pojistný matematik, finanční analytik, statistik, učitel na střední škole, ale také třeba vývojář softwaru; někteří najdou uplatnění i v akademické sféře. Matematika je královna věd! A přitom ke studiu stačí hlavně tužka, papír, zvědavost a trpělivost.

#PočítámeSvámi  
[education.math.muni.cz/freshmen](http://education.math.muni.cz/freshmen)

**MUNI** Ústav matematiky  
a statistiky  
**SCI**



# Cesta časem

## *podle Gödela*

„Včera se mé trable tak vzdálené zdály, teď to vypadá, jako by tu trvale zůstaly, věřím v den včerejší,“ zpívají The Beatles v legendární písni Yesterday, tedy Včera, která je jednou z nejslavnějších skladeb všech dob. Nostalgické otáčení se do minulosti s tím, co vše bychom v ní udělali jinak, je pro lidstvo tak typické. Co kdyby to ale skutečně šlo? Prostě se vrátit... o den, měsíc či desetiletí zpět a udělat v jediném okamžiku klíčové životní rozhodnutí jinak?





Cesty časem všichni dobře znají ze sci-fi filmů a povídek. Dokonce i ti, co jsou nejistí v matematice, ztrácejí se ve fyzice a biologii dvakrát nefandí, vědí, že při cestě do minulosti je nutné dát si pozor na narušení časového kontinua. Stačí totiž drobné ovlivnění děje v minulosti, které naprosto změní současnost. Cesty časem jsou pro nás jinými slovy sice pouhým úsměvným snem, nicméně všichni dobře vědí, oč jde. Vědět bychom ale měli i to, že cesta zpět teoreticky možná je, a to alespoň podle slavného brněnského rodáka, matematika a logika Kurta Gödela.

Nejde o žádnou legraci, ale o závěry myslitele, který si získal přídomek největší logik od časů antického filozofa Aristotela. Muže, jenž se stal za svého života vědeckou světovou legendou a blízkého přítele tvůrce teorie relativity Alberta Einsteina. „Gödel nebyl žádný vtípaček, který jen tak o něčem filozofuje. Než s jakýmkoli závěrem vystoupil veřejně, nejdříve se daným tématem detailně zabýval. Nikdy by nešel jen tak s kůží na trh s nějakou teorií,“ uvedl Gödelův fanoušek a prorektor brněnské Masarykovy univerzity Radim Polčák. Gödelovy závěry je tedy podle něj nutné brát vážně.

Předně je třeba vědět, že cesty časem vycházejí z Einsteinovy teorie relativity. Když vynecháme všechny poučky, lze říci, že ji Gödel obohatil vytvořením kosmologického modelu vesmíru. Pokud by vesmír rotoval, umožnil by vytváření časových smyček, a tím návrat do vlastní minulosti, nikoli ale cestu do budoucnosti. Gödel tak otevřel diskuse o tom, zda toto cestování neodporuje fyzikálním či filozofickým principům, popř. zda by mohlo být technicky realizováno. Zajímavé je, že i když si Gödelovo stanovisko k cestám do minulosti nezískalo příliš mnoho zastánců, Einsteinovi bylo takové vidění světa podle všeho blízké.

Zkusme si na chvíli představit, co by lidstvu takové cesty do minulosti mohly dát. Zapomeneme přitom na možnost získat výsledky hokejové extraligy pro rok 2023, zjistit pro sázkaře jméno dalšího vítěze dostihového závodu Velká pardubická nebo odhalit, jak na tom bude koncem roku kurz eura k americkému dolaru. Profesor Polčák je právník a zastává názor, že Gödel ovlivnil svět práva svými větami o neúplnosti. Z nich vyplývá, že žádný zákon či rozsudek nelze napsat dokonale bez toho, aniž by v něm nebyla chyba či alespoň vnitřní rozpor. Gödel takto svojí prací zasáhl do více oborů, aniž by o tom věděl.

Pokud by cesty časem byly možné, k největším cestovatelům by jistě patřili soudci. Co jiného než cestou do minulosti je soudní proces například s obžalovaným z vraždy? Soudci se

při něm snaží s využitím přímých i nepřímých důkazů v podobě výslechů svědků, otisků prstů, stop z místa činu, fotografií a dalších záznamů zjistit, co se kdysi na místě činu stalo.

Einstein prohlásil, že „čas je jen iluze“. Na druhé straně jeho přítel Gödel byl zřejmě prvním vědcem, který se na problém cesty časem podíval odborně, a to s využitím všech dostupných vědeckých poznatků. Pro oba představoval čas a jeho význam zajímavý problém. „Není divu, vždyť v běžném životě s časem bojujeme nebo jej řešíme neustále,“ uvedl Polčák.

Pro lepší pochopení Gödela je podle něj nutné si uvědomit, že uvažoval jinak, a to zcela nekonvenčně a mnohdy revolučně. Za reálné většinou považujeme to, nač si můžeme sáhnout. Gödel ale považoval za realitu i matematické vzorce a teorie, jejichž platnost byla potvrzena.

Jinými slovy, co existovalo teoreticky, existovalo pro něj i ve skutečnosti. V jeho době šlo o naprosto netradiční přístup. Dnes,

kdy nejmodernější počítačová technika vytváří v nejrůznějších hrách doslova stovky virtuálních světů, je Gödelův pohled na realitu mnohem pochopitelnější. Nikdo ani nepochybuje o tom, že tato virtualita je součástí reality a utváří ji.

Bylo by až příliš odvážné tvrdit, že to byl právě Gödel, kdo odstartoval éru natáčení filmů s tematikou cesty časem. Jisté ale je, že jeho závěry k tomu mohly nabídnout jakýsi vědecký základ. Těch cestovatelůvých snímků je celá záplava od legendární Cesty do pravěku až po seriál Návštěvníci. Tým akademika Richarda (v hereckém složení Josef Bláha, Josef Dvořák, Dagmar Patrasová, Jiří Datel Novotný) v něm putuje z roku 2084 do osmdesátých let minulého století, aby našel geniálního školáka Adama Bernaua. Cílem mise je získat jeho vzorec na přesun kontinentů, protože lidstvo je v ohrožení. Nakonec se ukáže, že šlo o planý poplach vyvolaný drobnou závadou na superpočítači nazvaném Centrální mozek lidstva.

„Kdoví, o čem si Gödel s Einsteinem na svých procházkách v americkém Princetonu, kde společně působili, kdysi vyprávěli. Možná to bylo

i o tom, co by podnikli při svých cestách do minulosti. To už se ale nikdy nedovíme,“ dodal Polčák. Géniové by se asi divili, kdyby zjistili, že jednou bude natočen film Návrat do budoucnosti, v němž vědátor dr. Emmet Brown cestuje se školákem Martym McFlyem časem a doprovází je při tom jeho věrný pes Einstein.

Otec teorie relativity by se jistě nezlobil. Spíše by se usmál a připomněl k diskusím o cestách v čase svůj výrok: „Pravým znakem inteligence nejsou vědomosti, ale představivost.“ ○○



*Dnes, kdy nejmodernější počítačová technika vytváří v nejrůznějších hrách doslova stovky virtuálních světů, je Gödelův pohled na realitu mnohem pochopitelnější. Nikdo ani nepochybuje o tom, že tato virtualita je součástí reality a utváří ji.*

# kurt a jeho brněnské stopy



## Rodný dům Pekařská 5

Zde spatřil světlo světa Kurt Gödel 28. dubna 1906 – jako druhé dítě Marianny a Rudolfa Gödelových. Byl pokřtěn v Červeném kostele, v německém evangelickém sboru, a jeho kmetem byl Friedrich Redlich, zámožný brněnský továrník, jehož textilku Kurtův tatínek nejprve řídil, později spoluvlastnil. Na domě byla v srpnu 1993 odhalena pamětní deska, jejímž autorem je brněnský výtvarník Milivoj Husák.



## Vilka pod Špilberkem

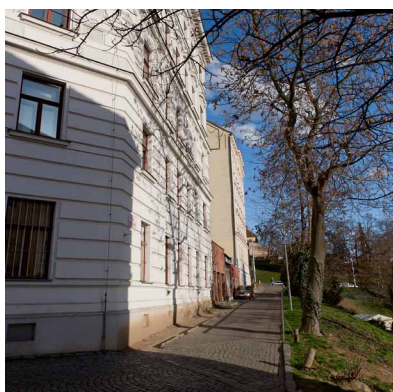
Pellicova 8a

Velmi dobré majetkové poměry umožnily Gödelovu otci dát v roce 1914 vystavět v nynější Pellicově ulici vilku, do níž se rodina v následujícím roce přestěhovala a kde Kurt prožil svá gymnaziální léta. Pamětní desku Kurta Gödela, jejímž autorem je sochař Ivo Koniček, slavnostně odhalil v srpnu 2008 matematik Petr Vopěnka.

## Ulička u magistrátu

# 3.

Spojnice mezi Husovou a Pekařskou, která probíhá nad parkem Studánka a přimyká se k zadní straně Kurtova rodného domu pod okny bytu Gödelových ve 2. patře, byla pojmenována uličkou Kurta Gödela a v srpnu 2019 za účasti primátorky města Brna slavnostně označena cedulkami.



## Základní škola

Opletalova ulice 5

V letech 1912–1916 navštěvoval Kurt Gödel základní německou evangelickou školu na Trautenberggasse, dnešní Opletalově ulici, která je naproti Červenému kostelu. Kurt Gödel měl vždy jen výborné vysvědčení, ale býval opakovaně rodiči omlouván zejména z tělocviku kvůli záchvatům revmatické horečky. Možná zde pramení jeho pozdější přehnané obavy o vlastní zdraví.





## 5. Státní německé reálné gymnázium

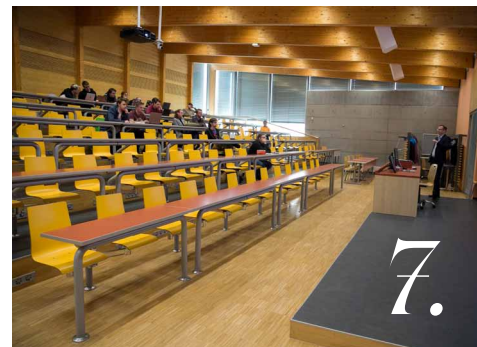
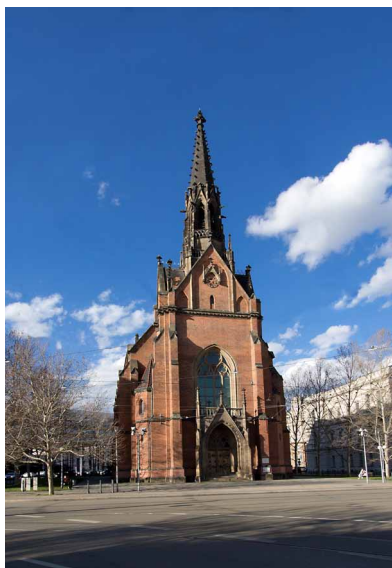
Hybešova 15

Po ukončení povinné čtyřleté docházky do základní školy nastoupil Kurt Gödel do druhého státního německého gymnázia na Wawrastrasse (dnes Hybešova 15). Mezi nejoblíbenější předměty mladého gymnazisty patřily fyzika, jazyky a náboženství. Jediná dvojka na jeho vysvědčeních je kuriózně z matematiky v pololetí primy. Na podzim roku 1924, ve svých osmnácti letech, odešel na Vídeňskou univerzitu studovat fyziku. Do Brna se vracel jen na návštěvu rodičů nebo pro knihy do technické knihovny (dnes jedna z budov Masarykovy univerzity, Komenského nám. 2).

## 6. Červený kostel

Komenského nám. 218/4

Kurt Gödel patřil do stejné farnosti jako jeho matka Marianna Gödelová, rozená Handschuhová, která Červený kostel navštěvovala.



## 7. Posluchárna VUT

Božetěchova ulice 2/04

Posluchárna Kurta Gödela na Fakultě informačních technologií Vysokého učení technického v Brně byla slavnostně otevřena v roce 2006 při příležitosti oslav 100. výročí jeho narození.



## 8. Gödelova budova

Technická 2995/21

Když se v roce 1997 rozhodlo město Brno spolu s VUT vyslovit tehdy revoluční plán o vybudování technologického parku, základ jejich myšlenky byl jednoznačný. Brno je rodištěm hned několika světových velikánů, kteří uspěli v nejtvrděší konkurenci technických a matematických oborů. A tak v královopolském Technology parku postupně vyrostly budovy pojmenované po Kaplanovi, Placzkovi, Machovi, Listovi a samozřejmě Gödelovi.



## 9. Fakulta informatiky

Botanická 554/68a

Tvář Kurta Gödela je symbolem Fakulty informatiky MU. Jeho portrét nese avers fakultní medaile, kterou spolu s žezlem vytvořil sochař a umělecký litec Jaromír Gargulák. Na reversu se nachází znak fakulty.



### Šifra Kurta Gödela

Vydejte se na venkovní šifrovačku, která vás provede brněnskými uličkami po stopách vědce Kurta Gödela. Užijí si ji rodiny s dětmi od 8 let i týmy jednotlivců. Úspěšní řešitelé odhalí překvapivé tajemství Kurta Gödela!

Více na: [vida.cz/doprovodny-program/sifra-kurta-godela](http://vida.cz/doprovodny-program/sifra-kurta-godela)

# *Gödel, štrúdl,* divadlo a hlavně nekonečno

Prkna, která znamenají svět, se již stala dějištěm těch nejroztodivnějších divadelních příběhů od kusů slavného Williama Shakespeara až po aktovky Václava Havla nebo komedii Osamělost fotbalového brankáře, v níž kdysi po celou dobu představení sám na scéně zářil herec Pavel Zedníček. Lze na ně dostat i matematika a mistra logiky Kurta Gödela, toho neustále zasmušilého, mírně suchopárného a plachého génia pocházejícího z Brna?







Umělecké uskupení bazmek entertainment si s tím poradilo. Výsledkem je inscenace *Ein Strudel und Nekonečno*. Tým složený z Evy Lietavové, Anny Prstkové a Patrika Bouška to zvládl na výbornou. Divadelní příběh o Gödelovi sice pojal s nadsázkou, z příběhu se ale nevytratily důležité informace o jeho životě a práci. Byla to velká výzva, protože Gödelovy matematické teorie jsou tak složité, že se v nich občas ztrácejí i samotní odborníci.

„Nechtěli jsme budovat mýtus šíleného génia, na němž si vybraly jeho schopnosti svou daň. Psychickými onemocněními přece trpí i lidé, kteří neudělali revoluci v matematice. Pro nás bylo důležité vložit do inscenace tu neskončnou touhu po poznání a po vědění, která je pro nás na Gödelově osobnosti nejzajímavější,“ uvedl Boušek. Je divadelním představitelem slavného matematika, jenž je často v odborných kruzích označován jako největší logik od časů Aristotela.

Divadelníci se nevyhnuli ani ožehavým tématům z Gödelova života. A že jich je: věřil na duchy, bál se, že je sledován, že jej chtějí otrávit. Proto jedl výhradně pokrmy připravované jen jeho manželkou Adélou. Když onemocněla, v podstatě sám sebe vyhladověl k smrti. Problematický přístup slavného génia k jídlu připomíná v názvu inscenace onen štrúdl, zatímco *Nekonečno* je odkazem na Gödelovu bezbřehou touhu po poznání logiky věcí, včetně podstaty fungování vesmíru, a dokonce existence samotného boha. Mimo jiné je inscenace i drobným kulinářským zážitkem, protože každý divák dostává porci báječného štrúdlu. Zčásti německý název hry pak upozorňuje na to, že Gödel byl Brňan s německými kořeny.

„Při tvorbě hry bylo nejtěžší proniknout do světa matematické logiky, pokusit se pochopit význam a rozsah objevů

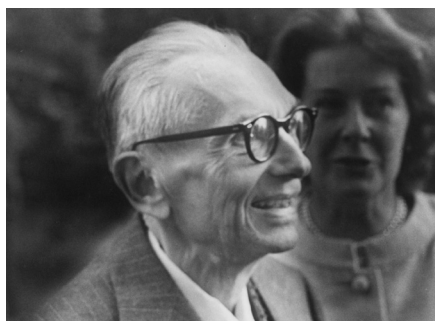
Kurta Gödela. Od začátku jsme věděli, že není možné divákům vysvětlit tu jeho matematiku přesně. Vždyť na vysokých školách se tomu věnují i semestrální kurzy. Jenže bez matematiky se inscenace o matematikovi dělá opravdu těžko,“ vysvětlil Boušek. Divadelníci proto požádali o pomoc Marii Královou z Katedry aplikované matematiky a informatiky Ekonomicko-správní fakulty brněnské Masarykovy univerzity.

Právě díky tomu se jim podařilo přenést na jeviště základní matematické pojmy. Víte, co je to to teorém, axiom nebo definice? Stačí zajít na inscenaci *Ein Strudel und Nekonečno*. Polopatě to tam vysvětluje přímo geniální Gödel, a vůbec přitom nevádí, že je to divadelní Kurt. Boušek se totiž musel všechnu tu složitou matematickou teorii poctivě našprtat jako ve škole.

O ní je samozřejmě v představení také řeč. Gödel totiž značnou část svého života působil na institutu v americkém Princetonu, kde pracovaly po druhé světové válce největší vědecké mozky světa, včetně jeho drahého přítele Alberta Einsteina. Tým bazmek entertainment nechtěl o tyto informace diváky připravit. Každý z nich proto přímo při inscenaci dostává lísteček. Rozdávají si je diváci formou pošli to dál. Trochu to připomíná rozdávání papírků pro test z matematiky. Na papírku je ale místo zlomků či rovnic princetonská univerzitní budova. Nákres ukazuje, kde měl který z velikánů matematiky, fyziky a ekonomie svoji kancelář.

Obrovským bonusem představení je laskavý, vstřícný a lidský přístup ke komplikované osobnosti Kurta Gödela. Přes všechny jeho životní kotrmelce, v mnoha ohledech způsobené jeho až podivným chováním, je vyobrazen jako vědec neustále prahnoucí po poznání. ○○

# Doma mu přezdívali „PAN PROČ“



V jeho prvním sešitě s počty se vyskytuje pouze jediná chyba.

#### GABELSBERGEROVA SOUSTAVA (1834)

ABCDEFGHIJKL MNO PQRSTU VWXYZ  
 a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z  
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20  
 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36  
 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52  
 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68  
 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84  
 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Pracovní poznámky si psal v tzv. Gabelsbergerově těsnopise nikoliv kvůli utajení, ale pro úsporu času a ze záliby ve stručnosti.



Byl blízkým přítelem Alberta Einsteina.



Objevil, že Einsteinovy rovnice připouštějí možnost cestovat v čase do minulosti.

Byl samotářský génius, jehož věty o neúplnosti náleží k epochálním vědeckým objevům, jež mají pro matematiku obdobný význam jako Mendelovy zákony pro genetiku.



Kurtův tatínek byl jedním z prvních majitelů automobilu Chrysler v Brně.



U příležitosti udělení Einsteinovy ceny v roce 1951 byl označen za největšího logika od dob Aristotelových.

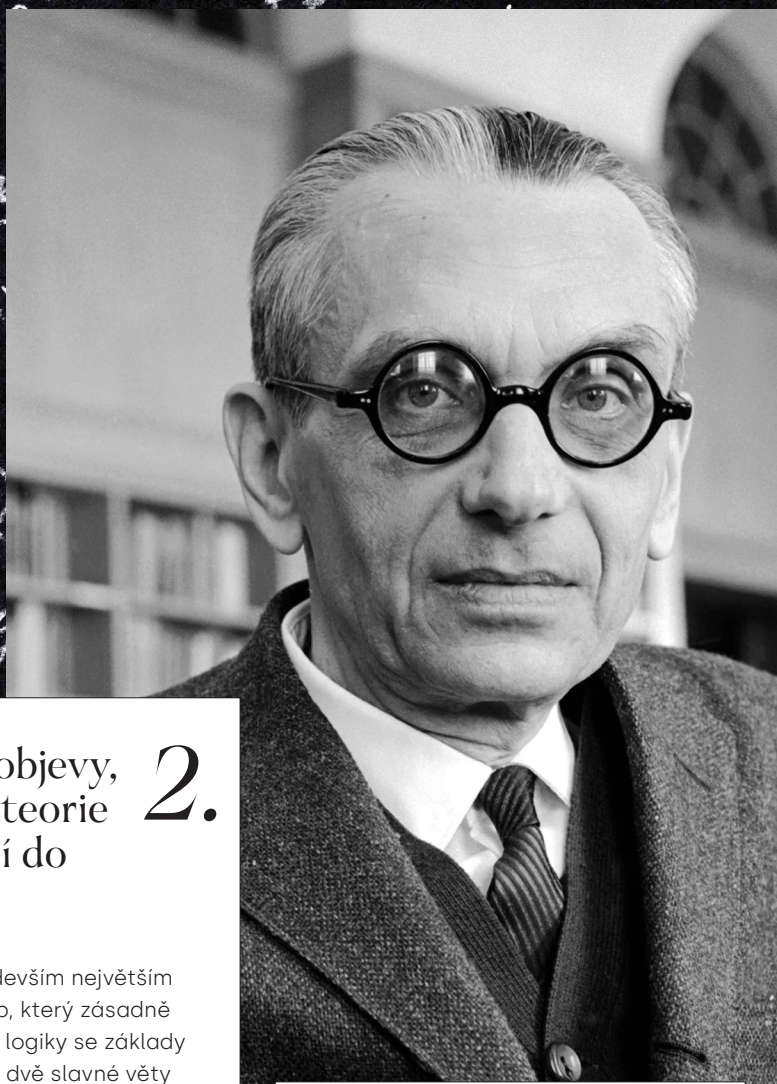
Věřil, že matematické pravdy existují nezávisle na svých objevitelích.



Kvůli odkládání léčby vředu na dvanácterníku se ve čtyřicátých letech ocitl v ohrožení života a musel být zachráněn krevní transfúzí, tehdejší novinkou.

Věřil, že svět je nevyčerpatelným zdrojem lidského poznání.





## Gödelovy objevy, počítače a teorie o cestování do minulosti 2.

Kurt Gödel je především největším logikem všech dob, který zásadně prohloubil spojení logiky se základy matematiky. Jeho dvě slavné věty o neúplnosti z roku 1931 odpovídají na otázky spojené s mezemi mechanizovatelných důkazů, bezspornosti matematických teorií a vztahu mezi pravdou a jejím důkazem. Jeho dalším zásadním přínosem jsou práce týkající se podstaty nekonečna v matematice a času ve fyzice. Ve fyzice obohatil Gödel obecnou teorii relativity nalezením nových řešení Einsteinových rovnic, které mimo jiné umožňují uvažovat o časových smyčkách (návratu do vlastní minulosti). Ve filozofii se Gödelovo dílo dotýká problému vztahu celku a části, podstaty paradoxů a pojmu sebereflexe. Ve 40. a 50. letech minulého století zásadně přispělo ke zrodu a vývoji moderních počítačů a dodnes má patrně co říci i k problému posouzení možnosti počítačů ve srovnání s možnostmi člověka. Už z povahy věci je podstatu Gödelova díla obtížné plně pochopit, nehledě k tomu, jak exaktním formálním jazykem bylo napsáno. Kdo však takovou námahu úspěšně podstoupí, ocení jeho mimořádnost a inspirativnost, která přesahuje oblast matematiky a přírodních věd a vrhá světlo i na povahu lidského myšlení a poznání a na způsoby, jakými obhajujeme své názory.

## Myslitel nového tisíciletí 1.

Gödelovo celoživotní dílo, které jeho žena předala do archivu, bylo zpracováno a postupně vydáváno v letech 1986-2004 s obsáhlými komentáři v pěti svazcích sebraných spisů, jejichž hlavním editorem byl Solomon Feferman. V roce 1987 vznikla mezinárodní Kurt Gödel Society ve Vídni. Nezávisle vznikla a působí Společnost Kurta Gödela v Brně. Také ta si klade za cíl jeho dílo popularizovat, rozvíjet a přibližovat odborné i širší veřejnosti. Pořádá mezinárodní konference, na kterých jsou prezentovány nové výsledky na poli logiky, teorie množin, výpočetní složitosti, informatiky, umělé inteligence, ale i fyziky a filozofie inspirované jeho dílem. Zejména filozofie dosud plně nezhodnotila význam Gödelových objevů pro lidské poznání a běžnou argumentaci. Vědecké výsledky, kterých Kurt Gödel dosáhl ve 30. letech 20. století, vešly již do učebnic matematiky a logiky a staly se standardní součástí univerzitních kurzů. Odborníci vyzdvihují také jeho význam pro informatiku.

## Gödelovy věty pro vnuky 3.

Vývoj vědy a techniky v 19. století vedl k zájmu o základy matematiky. Vědci i filozofové se ptali, zda je dosavadní matematika dostatečně přesná, a snažili se lépe formulovat její základy. Může existovat například množina čehokoliv, tedy i množina všech množin, která by byla svým vlastním prvkem? Řešením všech problémů mohl být systém, který by definoval všechny předpoklady i pravidla vyvozování z nich tak přesně, že by mohly být vyjádřeny čistě formálně, pomocí symbolů, bez používání slov běžného jazyka. V tom došli nejdále Russell a Whitehead v knize Principia Mathematica a příbuzné systémy vydané v letech 1910 až 1913. Jejich systém zahrnoval teorii čísel – aritmetiku. Od tohoto či podobného systému se dalo očekávat, že se podaří dokázat jeho bezspornost (nelze z něho vyvodit dva vzájemně si odporující závěry), čímž bude matematika trvale opevněna proti vzniku paradoxů. Dále uvažme, že podle běžného lidského mínění každé matematické tvrzení o číslech buď platí, nebo neplatí. Očekávali bychom proto, že v každém správném systému, bezsporném a zahrnujícím aritmetiku, bude každé formálně zapsané tvrzení formálně buď dokazatelné, nebo vyvratitelné (tj. bude dokazatelná jeho negace). Každé matematické tvrzení bude tedy rozhodnutelné a matematická teorie bude úplná. Těmto zdánlivě oprávněným nadějím však učinil konec roku 1931 brněnský rodák Kurt Gödel, když dokázal pro Principia Mathematica a příbuzné systémy dvě věty o neúplnosti. Podle první v daném systému lze vytvořit pravdivou formuli, kterou nelze dokázat ani vyvrátit, podle druhé nelze kvůli tomu dokázat ani formuli vyjadřující bezspornost tohoto systému. Znamená to, že matematika v určitých mezích, a přesto dostatečně rozvinutá, umožňuje formulovat tvrzení, která nelze dokázat ani vyvrátit, a navíc v ní nelze dokázat ani její vlastní bezspornost. Matematika nebude nikdy všemocná ani absolutně jistá. To jsou závěry, jejichž plné filozofické pochopení dosud hledáme.



## Otázka:

Tento článek vyjde v časopise věnujícím se odkazu a životu Kurta Gödela. Génia, který je obdivován zejména v kruhu logiků a matematiků. Spoluzakladatele programovacích jazyků. Je pro programátory a informatiky důležité rozumět logice a přemýšlení lidí, jako je Kurt Gödel?

## GPTChat 3

Ano, pro programátory a informatiky je důležité rozumět logice a přemýšlení lidí, jako je Kurt Gödel. Gödelova práce měla velký vliv na rozvoj matematické logiky a teorie výpočetnosti, což jsou základní kameny moderní informatiky. Jeho objevy jsou využívány v mnoha oblastech informatiky, jako jsou algoritmy, databáze a umělá inteligence.

Gödelův význam spočívá také v tom, že ukázal, že neexistuje úplný a konzistentní formální systém, což je důležité pro teorii algoritmů a pro pochopení hranic výpočetního výkonu. Toto poznání má důležité důsledky pro teorii výpočetní složitosti a pro praxi programování, protože výsledky, které bychom chtěli programem dosáhnout, mohou být nedosažitelné.

Navíc Gödelovy objevy ukázaly, že matematika je otevřená, dynamická věda, která stále čeká na nové objevy poznání. To je důležité pro programátory, informatiky, jež se často potýkají s problémy, které nejsou jednoznačné a vyžadují kreativní přístup. Zkrátka porozumění logice a myšlení lidí, jako je Kurt Gödel, je pro programátory a informatiky klíčové, protože jejich práce je úzce spojena s matematikou a teorií výpočetnosti, které jsou základem moderní informatiky.

# CO NA TO UMĚLÁ INTELLIGENCE?



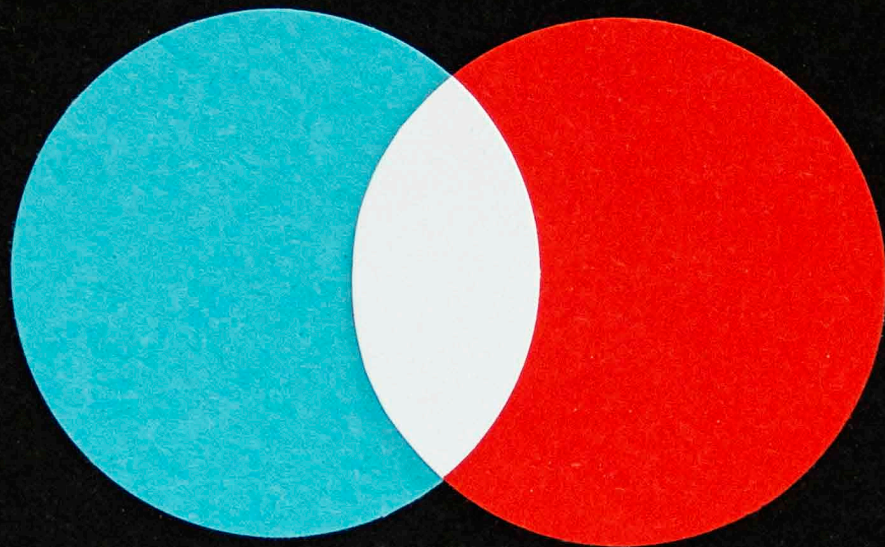
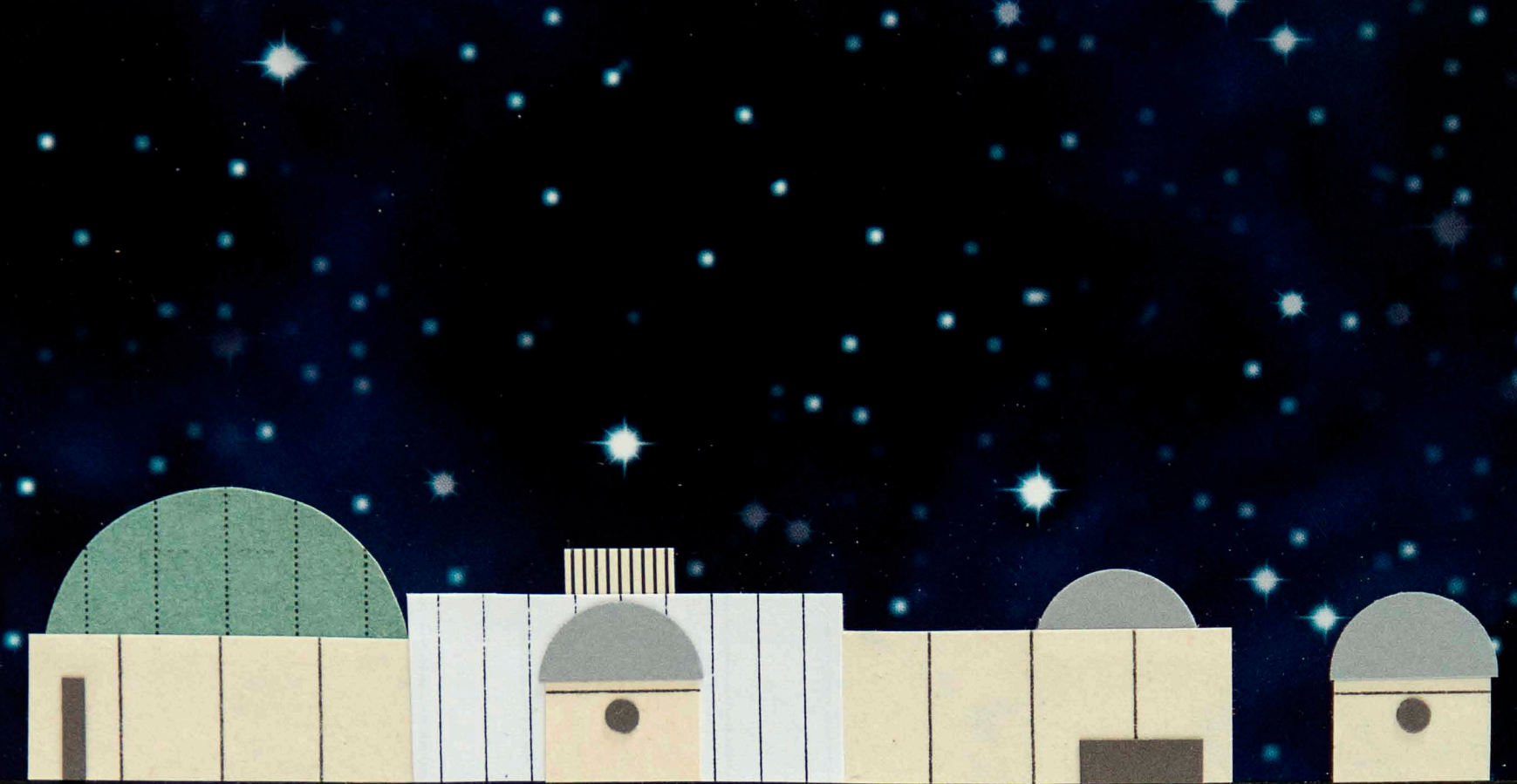
## GPTChat 4

Kurt Gödel byl rakouský logik, matematik a filozof, který se nejvíce proslavil svými větami o neúplnosti. I když jeho práce měla hluboký dopad na matematiku, logiku a filozofii, pro většinu programátorů a inženýrů není nezbytně nutné rozumět jeho myšlenkám na podrobné úrovni.

Nicméně základní porozumění logice a matematice je důležité pro všechny, kdo se zabývají informatikou, protože tyto disciplíny tvoří základ tohoto oboru. Některé z Gödelových myšlenek, jako například jeho věty o neúplnosti, nám ukazují limity matematického a logického systému, což může být pro programátory zajímavé a inspirativní.

Pokud jste programátor nebo inženýr, pravděpodobně se nebudete potýkat přímo s Gödelovými teoriemi, ale můžete ocenit důležitost logiky a matematiky v oblasti informatiky. Hlubší studium Gödelovy práce je vhodnější pro ty, kteří se zajímají o matematiku, logiku nebo filozofii matematiky a informatiky.





Hvězdárna  
a planetárium  
Brno

[www.hvezdarna.cz](http://www.hvezdarna.cz)