

# Paul Erdős

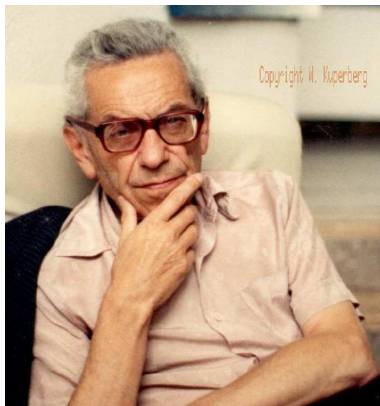
## Muž, který miloval čísla

L'ubomíra Balková

U3V

16. února 2012

Paul Erdős (26. 3. 1913, Budapešť - 20. 9. 1996, Varšava)



*Proč jsou čísla nádherná? To je jako ptát se, proč je nádherná Beethovenova Devátá symfonie. Když nevíte proč, nemůže vám to nikdo vysvětlit. Já vím, že čísla jsou nádherná. A jestli nejsou, tak potom už není nádherné nic.*

# Program

- 1 Dětství a mládí
- 2 Ramseyova teorie
- 3 Na cestách
- 4 Stáří
- 5 Erdősovo číslo

# Program

- 1 Dětství a mládí
- 2 Ramseyova teorie
- 3 Na cestách
- 4 Stáří
- 5 Erdősovo číslo

# Matka



Silné pouto k matce, na obrázku 89-letá

# Matematický talent

- ve 4 letech ovládá záporná čísla
- podle data narození počítá, kolik sekund je člověk na světě
- v 10 letech nadšen Eukleidovým důkazem, že prvočísel je nekonečně mnoho
- později nadšen Cantorovým důkazem, že  $\mathbb{R}$  je nespočetná množina

*Let the spirit of Cantor be with you*

- v 18 letech jednoduchý důkaz Bertrandova postulátu, že mezi každým přirozeným číslem a jeho dvojnásobkem leží prvočíslo

*Chebyshev said it, and I say it again  
There is always a prime between  $n$  and  $2n$*

# Anonymous Group

- Oslovování: *Szekeres Gy, open up your wise mind!*
- Erdőština:
  - komunisté = people on the long wave-length
  - fašisté = people on the short wave-length
  - dítě = epsilon
  - žena = boss
  - muž = slave
  - alkohol = poison
  - hudba = noise

*Give me an epsilon of poison.*

*An epsilon becomes a slave when it starts running after bosses.*

# The Book

- SF (Supreme Fascist) má transfinitní Knihu, která obsahuje jen ty nejhezčí důkazy
- cíl matematiků je podle Erdőse tyto důkazy nacházet
- největší pochvala: "It's straight from the Book."
- rozdíl mezi Einsteinem a Erdősem:
  - Einstein má nos pro centrální otázky fyziky a nepodléhá žádným podřadným problémům
  - Erdős podléhá každému zajímavému matematickému problému a mnoho z nich podléhá Erdősovi

"In this century, in which mathematics is so strongly dominated by *theory constructors*, he has remained the *prince of problem solvers* and the *absolute monarch of problem posers*."



# SF skóre

- SF může za vše špatné
- cílem života je udržet nízké SF skóre
- věnuje peníze na charitu

# Program

- 1 Dětství a mládí
- 2 Ramseyova teorie**
- 3 Na cestách
- 4 Stáří
- 5 Erdősovo číslo

Hledání minimálního počtu prvků, které zajišťují nějakou vlastnost.

### Příklad

*Vezmi prvních 101 přirozených čísel a uspořádej je libovolně. Pak vždy najdeš rostoucí nebo klesající posloupnost 11 čísel. Ale 100 prvních přirozených čísel nestačí!*

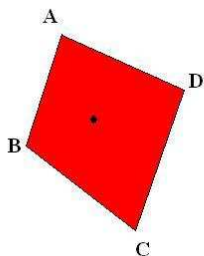
# Happy End Problem

- Esther Klein:

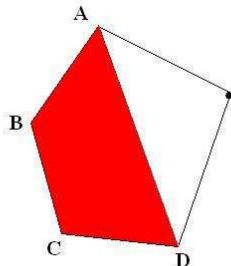
*Kolik bodů, z nichž žádné tři neleží v přímce, je potřeba zadat, aby některé 4 z nich tvořily vrcholy konvexního 4-úhelníku?*

Odpověď: 5.

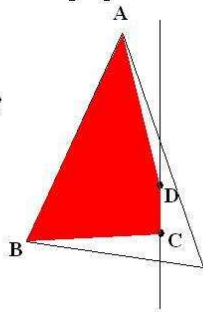
1. případ



2. případ



3. případ



# Happy End Problem

- Esther Klein:  
*Kolik bodů, z nichž žádné tři neleží v přímce, je potřeba zadat, aby některé 4 z nich tvořily vrcholy konvexního 4-úhelníku?*  
Odpověď: 5.
- *Kolik bodů, z nichž žádné tři neleží v přímce, je potřeba zadat, aby některých 5 z nich tvořilo vrcholy konvexního 5-úhelníku?*  
Odpověď: 9.
- *Kolik bodů, z nichž žádné tři neleží v přímce, je potřeba zadat, aby některých  $n$  z nich tvořilo vrcholy konvexního  $n$ -úhelníku?*  
Odpověď - hypotéza:  $2^{n-2} + 1$ .
- György Szekeres našel postačující podmínku, získal ruku Esther

# Party Problem

- *Jaký je nejmenší počet hostů na narozeninové oslavě, má-li být zajištěno, že mezi nimi existuje trojice, kde každý zná každého, nebo existuje trojice, kde nikdo nezná nikoho?*  
Odpověď: 6.
- Stejná úloha se čtveřicí.  
Odpověď: 18.
- Stejná úloha s pěticí.  
Odpověď: mezi 43 a 49.
- Stejná úloha se šesticí.  
Odpověď: mezi 102 a 165.
- Zobecnění: Ramseyova čísla.

# Pravděpodobnostní důkaz

- 1947 Erdős: *Some Remarks on the Theory of Graphs*
- dolní odhad  $R(k, k)$ : náhodný graf - náhodně volí hrany na grafu o  $n$  vrcholech, náhodně vybírá  $k$ -tici hran  $S$ ,

$$P(S \text{ tvoří kliku}) = \frac{1}{2^{k(k-1)/2}},$$

$$P := P(\text{graf obsahuje kliku nebo nezávislou velikosti } k) \leq 2 \frac{\binom{n}{k}}{2^{k(k-1)/2}},$$

pokud  $P < 1$ , pak  $n < R(k, k)$

- pravděpodobnostní důkaz nekonstruktivní

# Program

- 1 Dětství a mládí
- 2 Ramseyova teorie
- 3 Na cestách**
- 4 Stáří
- 5 Erdősovo číslo



- podle svých slov je “světovým občanem”
- Béla Bollobás: “Od roku 1934 spí Erdős jen výjimečně 7 dní ve stejné posteli.”
- cestuje s dvěma kufry - každý zaplněn jen z třetiny - a s oranžovou igelitkou Centrum Aruház
- majetek je na obtíž, jediný poklad sešity s matematickými poznámkami
- modus operandi: zaklepat na dveře se slovy: “My brain is open.”
- hlavní motto: “Another roof, another proof.”
- nejraději pracuje s více matematiky najednou
- každý den telefonuje mnoha matematikům, nestará se o hodiny, říká: “I am reality.”

# Zázračné děti

- Erdős vyhledává zázračné děti
- s Lájosem Pósou napsal článek ve 14 letech
- vyzkoušel si jej hned při prvním setkání úlohou:  
*Mějme  $2n$  přirozených čísel. Vyberme  $n + 1$  z nich. Dokaž, že mezi nimi najdeme aspoň 2 nesoudělná.*
- někteří jako např. Pósa matematicky zemřeli (erdőština), mnoho se ale stalo matematickou elitou

# Prime Number Theorem

- Gauss v roce 1791 předpověděl, že počet prvočísel menších než  $n$  se asymptoticky chová jako  $\frac{n}{\ln n}$
- první krok k důkazu Čebyšev
- mezera zaplněna pomocí prostředků z komplexní analýzy v roce 1896 Hadamardem a de la Valée-Poussinem
- Erdős si už během studií předsevzal, že větu dokáže pomocí elementárních prostředků
- v roce 1949 spolu s Altem Selbergem dokazuje Erdős Prime Number Theorem

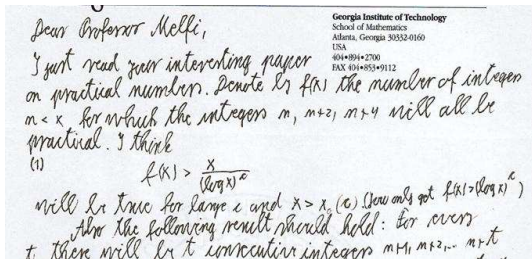
# Program

- 1 Dětství a mládí
- 2 Ramseyova teorie
- 3 Na cestách
- 4 Stáří**
- 5 Erdősovo číslo

- epitaf: “Konečně už nehlopnu.”
- Hardy: *“Galois zemřel ve 21 letech, Abel ve 27, Riemann ve 40. . . Neznám případ, kdy by nějaký významný výsledek dokázal matematik starší 50 let.”*
- po smrti matky práce 19 hodin/den (kafe, amfetaminy)
- “Matematik je stroj, který vyrábí z kafe teorémy.”
- “Na odpočinek je čas v hrobě.”

# Ron a Fan

- po smrti matky se o Erdőse stará hlavně Ronald Graham a Fan Chung
- finance
- korespondence



# Program

- 1 Dětství a mládí
- 2 Ramseyova teorie
- 3 Na cestách
- 4 Stáří
- 5 Erdősovo číslo**

1475 článků s více než 500 spoluautory

## Definice

*Erdős sám má číslo 0, ti, kdo napsali článek s Erdősem, mají číslo 1, ti, kdo publikovali článek s nějakým spoluautorem Erdőse, mají číslo 2 atd.*

Erdős Number Project <http://www.oakland.edu/enp/>



- 1 Csicsery G.-P. *N Is a Number: A Portrait of Paul Erdős*. DVD, Springer, Berlin, 1999.
- 2 Hoffman P. *The Man Who Loved Only Numbers. The Story of Paul Erdős and the Search for Mathematical Truth*. Hyperion, New York, 1998.
- 3 Schechter B. *My brain is open: The mathematical journeys of Paul Erdős*. Simon & Schuster, New York, 2000.

Děkuji za pozornost!