

# Úvod do logiky a logického programování

Luboš Popelínský

popel@fi.muni.cz

[www.fi.muni.cz/~popel](http://www.fi.muni.cz/~popel)

## Přehled učiva

- Opakování základů výrokové a predikátové logiky
- Normální formy ve výrokové a predikátové logice
- Formální systémy
- Rezoluce I. Výroková logika
- SAT problém. Metoda Davise a Putnama
- Skolemizace a unifikace
- Rezoluce II. Predikátová logika
- Úvod do logického programování
- Dedukce a databáze
- Úvod do induktivní inference
- Modální logiky
- Neklasické logiky
- Logika, reprezentace a odvozování znalostí

## Organizační poznámky

- cvičení
- hodnocení
- studijní materiály - tyto slidy + další na webu
- rozšiřující

*Jaroslav Peregrin, Logika a logiky. Academia 2004*

*(Jan Štěpán, Klasická logika. UP Olomouc 2001)*

*Anil Nerode, Richard A. Shore, Logic for Applications. Springer 1997*

*Petr Jirků, Programování v jazyku Prolog*

*Graham Priest, Logika*

*Graham Priest, An Introduction to Non-Classical Logic*

*Luc De Raedt, Logical and Relational Learning*

*J. Peregrin (ed.), Logika 20. století. Mezi filosofií a matematikou*

## Úvod – co je logika

- zkoumá problematiku správného usuzování
- úsudek: z předpokladů (premis) vyplývá závěr (důsledek)  
 $A_1, A_2, \dots, A_n$  implikuje  $B$
- zájem pouze o formu úsudků, nikoliv o obsah
- **logika = věda zkoumající vztah vyplývání**

## Logika

- nástroj pro budování teorií (teorie grup, modální logiky)
- výpočtová logika
  - automatizace důkazů
  - programování v logice, jazyk Prolog
  - znalostní systémy
  - induktivní odvozování
  - ...

## **Klasifikace logik**

- formální (co je poznané, definované; metody odvozování)
- neformální, mentální (co je poznatelné; zdravý selský rozum, komunikace mezi lidmi, heuristické odvozování)

## **Formální logika**

- dvouhodnotová - true, false
- vícehodnotová
  
- extensionální - pravdivost formule závisí jen na pravdivosti jejich složek
- intensionální - nejen na psti složek - "možná", "věřím"

## Dvouhodnotová extensionální logika

zde

- výroková *Jestliže bude pěkně a nebudu učit, půjdu hrát tenis.*

$$p \wedge \neg q \Rightarrow r$$

- predikátová

- 1. řádu *Není pravda, že všichni lidé jsou spokojení*

$$\neg \forall x : ( \text{člověk}(x) \Rightarrow \text{spokojený}(x) )$$

- 2. řádu *Existuje vlastnost, kterou mají všichni lidé*

$$\exists P \forall x : ( \text{člověk}(x) \Rightarrow P(x) )$$

## Metajazyk

potřebujeme pro budování jazyka

**Paradox lháře** "Tato věta je nepravdivá"

### Grellingův paradox

adjektiva

- autologická - mají vlastnost, kterou vyjadřují - "čtyřslabičný", "český"
- heterologická - nemají tuto vlastnost - "jednoslabičný", "anglický"

každé adjektivum patří právě do jedné třídy

? "heterologický" - heterologické → vyjadřuje-li tuto vlastnost, je autologické  
autologické → nemůže být heterologické



# 1 Historie logiky

- filozofická logika (500 př.n.l. – 19. století)
- symbolická logika (polovina až konec 19. století)
- matematická logika (konec 19. až polovina 20. stol.)
- logika v informatice

## Historie logiky I

- filozofická logika
  - Thalés z Milétu - geometrické věty a důkazy
  - Aristoteles - první formální systém, princip sporu, princip vyloučení třetího
  - Euklides - axiomz, větz, první axiomatický systém
  - stoikové 3.stol. př.n.l. - základy výrokové logiky

## Historie logiky II

- počátky symbolické logiky (13.- 19. století)
  - J. Duns Scotus - z dvou odporujících si tvrzení plyne cokoliv
  - W. Ockham - odlišil tvrzení a odvozovací pravidlo
  - G. W. Leibnitz - idea logického kalkulu pro exaktní vědy
  - B. Bolzano - operace odvoditelnosti, kvantifikátory
  - G. Boole - Boolova algebra, formální logika v moderním slova smyslu

### Historie logiky III

- matematická logika (konec 19. až polovina 20. stol.)
  - G. Frege, přelom století - axiomatizace výrokové logiky
  - B. Russell, 1918 - objasnění paradoxu lháře
  - C.S.Lewis, J.Lukasiewicz - neklasické logiky
  - D. Hilbert, W. Ackermann - axiomatizace predikátového počtu
  - úplnost výrokové (Post 1921) a predikátové (Goedel 1930) logiky
  - K. Goedel - neúplnost systémů obsahujících aritmetiku, omezená možnost důkazu bezspornosti
  - A.Church, 1936 - nerozhodnutelnost predikátové logiky
  - A. Turing, 1937 - pojem vyčíslitelnosti, Turingův stroj