



# ÚVOD DO MATEMATICKÉ BIOLOGIE I.

setkání druhé



**prof. Ing. Jiří Holčík, CSc.**

**UKB, pav.A29, RECETOX, dv.č.112  
holcik@iba.muni.cz**

© Institut biostatistiky a analýz

# MATEMATICKÁ BIOLOGIE

## MATEMATIKA



## MIKROSKOP SOUČASNÉHO BIOLOGA

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

**MATEMATIKA**

**BIOLOGIE**

tedy především

? co vlastně ty pojmy znamenají ?

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

**MATEMATIKA**

?

**BIOLOGIE**

?

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

MATEMATIKA

?

BIOLOGIE

řecky

**βιολογία**

ze slov

**βίος (život)**

a

**λόγος (slovo)**

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA



## BIOLOGIE

obor zabývající se živými organismy a vším, co s nimi souvisí - od chemických dějů v organismech probíhajících na úrovni atomů a molekul, až po celé ekosystémy – tedy společenstva mnoha populací různých organismů a jejich vzájemné vztahy i vztahy k jejich životnímu prostředí

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

**MATEMATIKA**

**BIOLOGIE**

? od kdy to slovo používáme ?

?

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

## BIOLOGIE

? od kdy to slovo používáme ?

?

zřejmě poprvé použito 1766

**Michaelem Christophem Hanowem**  
(1695 – 1773)

*v názvu „Philosophiae naturalis sive physicae  
dogmaticae: Geologia, biologia, phytologia generalis et  
dendrologia“*

ve významu tak, jak ho známe dnes, bylo použito

**Jeanem Baptistou Lamarckem**  
(1744 - 1829)

*Hydrogéologie* (1802)

a **Gottfriedem Reinholdem Treviranem**  
(1776-1837)

*„Biologie oder Philosophie der lebenden Natur“* (1802)



# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA



## BIOLOGIE

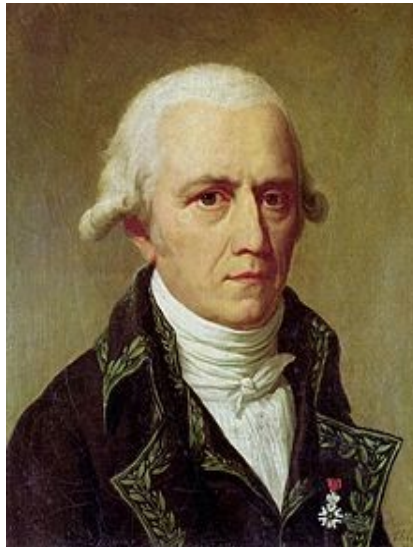
***Michael Christoph Hanow***  
(1695 – 1773)

*německý meteorolog, historik,  
filosof (?) a matematik,*

*od 1717 rektor Akademického  
gymnázia v Danzigu*

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA



## BIOLOGIE

***Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, rytíř de Lamarck***  
(1744 - 1829)

francouzský přírodovědec a autor  
první ucelené evoluční teorie -  
*Philosophie zoologique* (1809)  
transmutace druhů, resp.  
transformismus

poprvé použil i termín bezobratlí

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

MATEMATIKA

BIOLOGIE

***Jean-Baptiste Pierre Antoine  
de Monet, rytíř de Lamarck***  
(1744 - 1829)



# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA



## BIOLOGIE

### ***Gottfried Reinhold Treviranus***

(1776-1837)

německý lékař, fyziolog a  
přírodovědec

„*Biologie oder Philosophie der  
lebenden Natur*“ (1802)

rovněž zastánce principu  
transmutace druhů

### ***Ludolph Christian Treviranus***

(1779–1864)

### ***Ludwig Georg Treviranus***

(1790 Brémy -1869 Brno)

### ***Gottfried Reinhold Treviranus***

(1891-1971)

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

**MATEMATIKA**

**BIOLOGIE**

**?**

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

latinsky

**mathematica**

a to ze starořeckého

**μαθηματικός (*mathematikós*) =**

= *milující poznání*

**μάθημα (*máthema*) =**

= *věda, vědění, poznání*

## BIOLOGIE

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

latinsky

**mathematica**

a to ze starořeckého

**μαθηματικός (*mathematikós*)** =

= *milující poznání*

**μάθημα (*máthema*)** =

= *věda, vědění, poznání*

## FILOSOFIE

řecky

**φιλοσοφία**

z **φιλειν (*filein*)** = mít rád, toužit po  
něčem

a **σοφία (*sofía*)** = moudrost, zdatnost

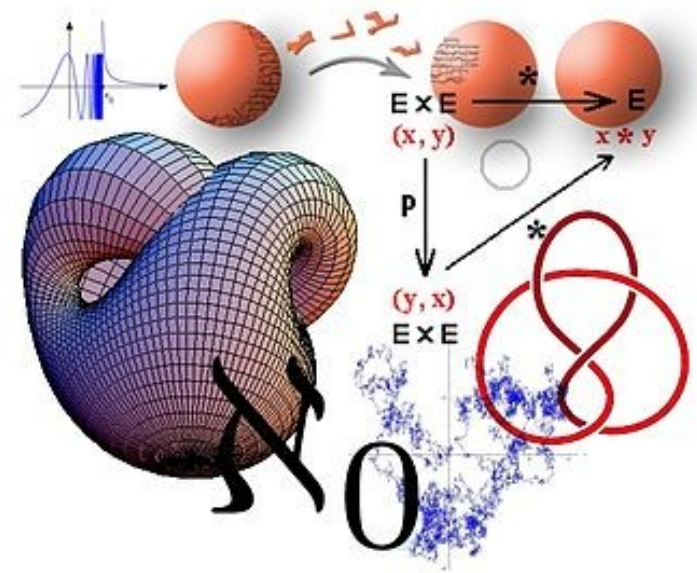
## BIOLOGIE

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

obor zabývající se z formálního hlediska **kvantitou, prostorem, strukturou** a **změnou**.

Matematika je též popisována jako disciplína, jež se zabývá vytvářením abstraktních entit a vyhledáváním zákonitých vztahů mezi nimi.





# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

obor zabývající se z formálního hlediska **kvantitou, prostorem, strukturou** a **změnou**.

Matematika je též popisována jako disciplína, jež se zabývá vytvářením abstraktních entit a vyhledáváním zákonitých vztahů mezi nimi.

**Mezi jinými vědami se matematika vyznačuje nejvyšší mírou abstrakce a přesnosti.**

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

obor zabývající se z formálního hlediska **kvantitou, prostorem, strukturou** a **změnou**.

Matematika je též popisována jako disciplína, jež se zabývá vytvářením abstraktních entit a vyhledáváním zákonitých vztahů mezi nimi.

**Mezi jinými vědami se matematika vyznačuje nejvyšší mírou abstrakce a přesnosti.**



# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

---

## MATEMATIKA

Kvantita

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

### **Kvantita**

*čísla* - přirozeného čísla, celá,  
racionální, reálná a komplexní,

... .

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

### **Kvantita**

*čísla* - přirozeného čísla, celá,  
racionální, reálná a komplexní,

... .

základní aritmetické operace

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

### Kvantita

*čísla* - přirozeného čísla, celá,  
racionální, reálná a komplexní,

... .

základní aritmetické operace

### Struktura

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

### **Kvantita**

*čísla* - přirozeného čísla, celá,  
racionální, reálná a komplexní,

... .

základní aritmetické operace

### **Struktura**

*množiny, funkce*

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

### Kvantita

*čísla* - přirozeného čísla, celá, racionální, reálná a komplexní,

...

základní aritmetické operace

### Struktura

*množiny, funkce*

*grupa* (skupina), *okruh*,

*těleso*, ...

*algebra*



slovo pochází z [arabského](#) (*al-džabr*). Bylo přejato z názvu knihy *al-Kitāb al-Džabr wa-l-Muqābala* („Souhrnné pojednání o počítání pomocí doplňování a vyrovnávání“) [perského matematika Muhammada al-Chwārizmīho](#), ve které se mimo jiné poprvé objevil obecný postup pro řešení [lineárních](#) a [kvadratických rovnic](#) za použití symbolů (neznámých) a základních operací s těmito symboly.



# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

### Kvantita

*čísla* - přirozeného čísla, celá,  
racionální, reálná a komplexní,  
... .  
základní aritmetické operace

### Struktura

*množiny, funkce*

*grupa* (skupina), *okruh*,  
*těleso*, ...

*algebra*

*lineární algebra* zabývá se  
studiem *vektorových prostorů*  
(kvantita, struktura, prostor)

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

### Kvantita

*čísla* - přirozeného čísla, celá,  
racionální, reálná a komplexní,  
... .  
základní aritmetické operace

### Struktura

*množiny, funkce*  
*grupa* (skupina), *okruh*,  
*těleso*, ...

### *algebra*

*lineární algebra* zabývá se  
studiem *vektorových prostorů*  
(kvantita, struktura, prostor)

### Prostor

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

### Kvantita

*čísla* - přirozeného čísla, celá, racionální, reálná a komplexní, ...

základní aritmetické operace

### Struktura

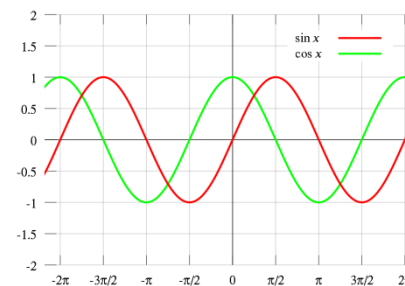
*množiny, funkce*

*grupa* (skupina), *okruh*, *těleso*, ...

*algebra*

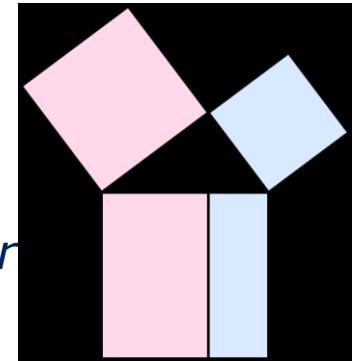
*lineární algebra* zabývá se studiem *vektorových prostorů* (kvantita, struktura, prostor)

### Prostor



*geometrie*

*trigonometrie*



# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

### Kvantita

*čísla* - přirozeného čísla, celá, racionální, reálná a komplexní, ...

základní aritmetické operace

### Struktura

*množiny, funkce*

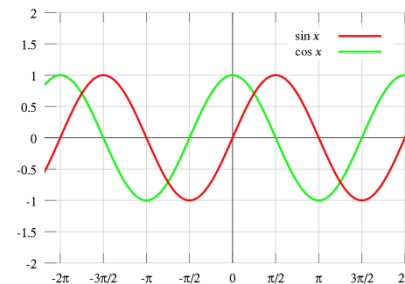
*grupa* (skupina), *okruh*, *těleso*, ...

*algebra*

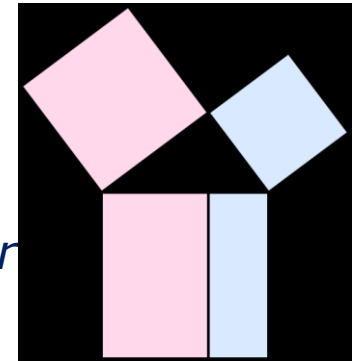
*lineární algebra* zabývá se studiem *vektorových prostorů* (kvantita, struktura, prostor)

### Prostor

*geometrie*



*trigonometrie*



vícedimenzionální prostory, neuklidovské geometrie, topologii.

přes kvantitativní hledisko analytická, diferenciální a algebraická geometrie

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

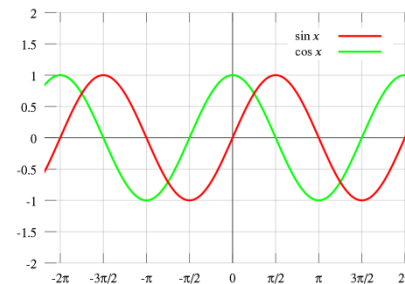
## MATEMATIKA

Změna

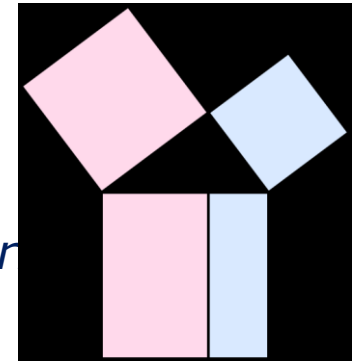
*matematická analýza* –  
diferenciální počet  
integrální počet

Prostor

*geometrie*



*trigonometrie*



vícedimenzionální prostory,  
neuklidovské geometrie,  
topologii.

přes kvantitativní hledisko  
analytická, diferenciální  
a algebraická geometrie

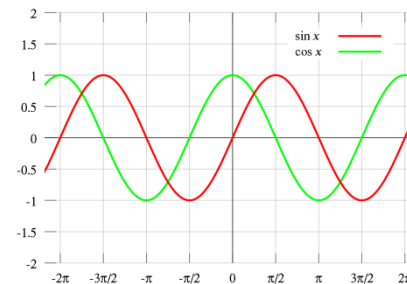
# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

### Změna

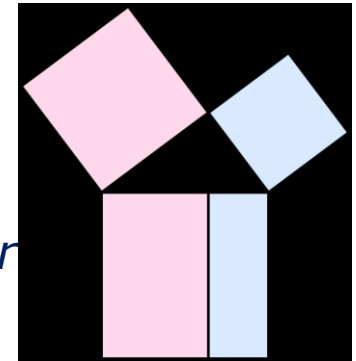
*matematická analýza* –  
diferenciální počet  
integrální počet  
*vektorový počet*  
*diferenciální počet*  
*teorie dynamických systémů*  
deterministický  
chaos  
diskrétní matematika  
(teorie složitosti, teorie informace,  
automaty, formální jazyky, teorie  
grafů, kombinatorika, ....)

### Prostor



*geometrie*

*trigonometrie*



vícedimenzionální prostory,  
neuklidovské geometrie,  
topologii.  
přes kvantitativní hledisko  
analytická, diferenciální  
a algebraická geometrie

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

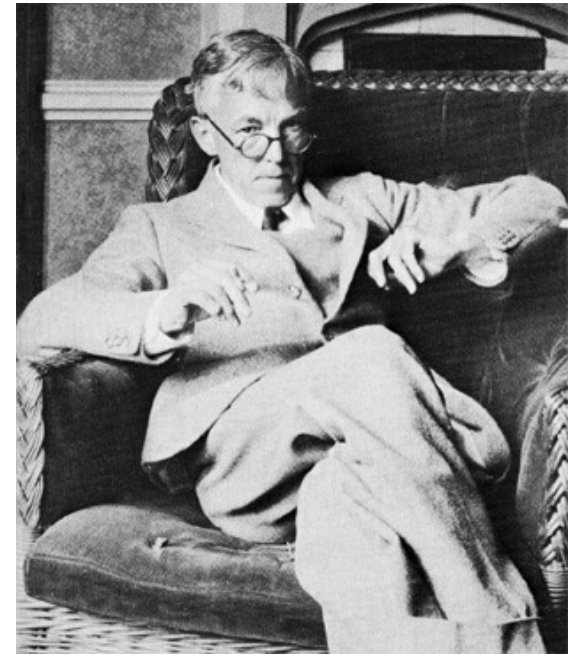
**Godfrey Harold "G. H." Hardy, FRS**  
(1877 – 1947)

anglický matematik – teorie čísel,  
matematická analýza  
nezávislý autor tzv. *Hardyho-Weinbergova principu* - zákon  
genetické rovnováhy (1908) –  
základní princip populační genetiky

*Žádný matematik by si neměl dovolit  
zapomenout, že matematika, více než  
jakékoliv jiné umění nebo věda, je  
dětská hra.*

(A Mathematician's Apology - 1940)

## BIOLOGIE



# HARDYHO – WEINBERGŮV ZÁKON

Rovnováha pro dvě alely:

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1,$$

kde  $p$  je relativní četnost dominantní alely a  $q$  je relativní četnost recesivní alely (předpokládejme, že jsou v populaci jen dvě alely sledovaného genu).

## Předpoklady:

- ✓ populace je dostatečně velká, takže lze při sestavování modelu předpokládat se zjednodušujícím předpokladem nekonečně velké populace. V praxi postačuje, aby byla populace tak velká, že lze zanedbat genový drift.
- ✓ V populaci neprobíhá selekce.
- ✓ V populaci neprobíhají mutace.
- ✓ Neprobíhá ani emigrace ani imigrace.
- ✓ Areál obývaný populací je takový, že se může jakýkoliv jedinec křížit s jakýmkoliv jiným jedincem.
- ✓ Jedinci jsou oboupohlavní.



# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## **APLIKOVANÁ MATEMATIKA**

*statistika* (teorie pravděpodobnosti),  
počítačové modelování,  
numerická matematika, optimalizace,  
teorie her, ...

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

## MATEMATIKA

ABSTRAKCE

## BIOLOGIE

POZOROVÁNÍ  
X  
EXPERIMENT

# MATEMATICKÁ BIOLOGIE



**Matematická biologie** (méně též **?! biomatematika ?!**) je obor biologie používající matematické metody ke studiu živých organismů. Jde o poměrně široký obor, který zahrnuje matematické přístupy ke zpracování biologických dat (např. bioinformatika a biostatistika) a matematické a počítačové modelování biologických systémů (např. biokybernetika, ekologie).

# MATEMATICKÁ BIOLOGIE



**Matematická biologie** (méně též **biomatematika**) je obor biologie používající matematické metody ke studiu živých organismů. Jde o poměrně široký obor, který zahrnuje matematické přístupy ke zpracování biologických dat (např. bioinformatika a biostatistika) a matematické a počítačové modelování biologických systémů (např. biokybernetika, ekologie).

# MATEMATICKÁ BIOLOGIE



## Mathematical and theoretical biology

is an interdisciplinary scientific research field with a range of applications in biology, biotechnology, and medicine. The field may be referred to as **mathematical biology** or **biomathematics** to stress the mathematical side, or as **theoretical biology** to stress the biological side. Mathematical biology aims at the mathematical representation, treatment and modeling of biological processes, using a variety of applied mathematical techniques and tools. It has both theoretical and practical applications in biological, biomedical and biotechnology research. For example, in cell biology, protein interactions are often represented as "cartoon" models, which, although easy to visualize, do not accurately describe the systems studied. In order to do this, precise mathematical models are required. By describing the systems in a quantitative manner, their behavior can be better simulated, and hence properties can be predicted that might not be evident to the experimenter.

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

**MATEMATIKA**

**BIOLOGIE**

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

**MATEMATIKA**

**INFORMATIKA**

**BIOLOGIE**

**MEDICÍNA**

# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

**MATEMATIKA**

**INFORMATIKA**

**BIOLOGIE**

**MEDICÍNA**

**? BIOMEDICÍNA ?**



# POJĎME SI HRÁT SE SLOVY

**MATEMATIKA**

**INFORMATIKA**

**BIOLOGIE**

**MEDICÍNA**

**? BIOMEDICÍNA ?**

**MATEMATICKÁ BIOLOGIE = TEORETICKÁ BIOLOGIE**

**INFORMATICKÁ BIOLOGIE ? VÝPOČETNÍ BIOLOGIE**

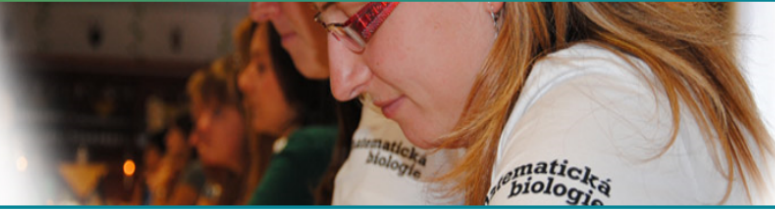
**BIOMETRIE = BIOSTATISTIKA**

**BIOLOGICKÁ MATEMATIKA = BIOMATEMATIKA**

**BIOLOGICKÁ INFORMATIKA = BIOINFORMATIKA**

**BIOMEDICÍNSKÁ INFORMATIKA**

# in biologia mathematica doctus sum



- O MATEMATICKÉ BIOLOGII
- SMĚRY STUDIA
- MULTIMEDIÁLNÍ UČEBNA
- ZÁVĚREČNÉ PRÁCE
- LETNÍ ŠKOLY

- ### AKTUALITY
- 2.7.2014  
[Obhajoby závěrečných prací](#)

- ### KALENDÁŘ
- 3.-4. září 2014  
[Obhajoby a SZZ](#)
  - 9.-12. září 2014  
[10. letní škola matematické biologie](#)

### KDO JE MATEMATICKÝ BIOLOG?

- > Odborník s komplexním vzděláním v oblasti matematiky, analýzy dat a informatiky, ale zároveň i biologie a biomedicinských oborů
- > Odborník s invenčním myšlením
- > Člověk schopný analýzy a syntézy poznatků z různých oborů

[další informace](#)

### TÉMAT A MOŽNOSTI SPECIALIZACE

- > Zpracování a analýza biologických, genomických a proteomických dat;
- > Zpracování, analýza a modelování klinických, fyziologických a epidemiologických dat;
- > Zpracování, analýza a modelování environmentálních dat.

[další informace](#)

### MULTIMEDIÁLNÍ UČEBNA

- > 30 PC
- > Interaktivní tabule
- > Videokonferenční systém

[další informace](#)

### LETNÍ ŠKOLY

- > Atraktivní prostředí
- > Domácí i zahraniční lektori
- > Společenský program

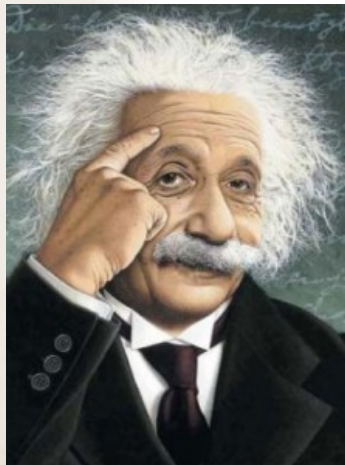
[další informace](#)

Studijní obor matematická biologie je součástí studijního programu experimentální biologie Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity a vychovává odborníky v oblasti analýzy klinických, biologických a environmentálních dat. Jeho výuka je garantována dvěma výzkumnými institucemi Masarykovy univerzity - Institutem biostatistiky a analýz LF a PFF MU a Centrem pro výzkum toxických látek v prostředí PFF MU. Spolupráce obou partnerů tak přivádí do oblasti biologického a klinického výzkumu nový typ odborníků, kteří umí data z experimentů a studií nejen zpracovat a analyzovat, ale zároveň mají i vzdělání pro jejich interpretaci a plnohodnotnou komunikaci a spolupráci s experty v dané oblasti.



# KDO JE MATEMATICKÝ BIOLOG?

- ☑ odborník s komplexním vzděláním v oblasti matematiky, analýzy dat a informatiky, ale zároveň i biologie (a biomedicínských) oborů;

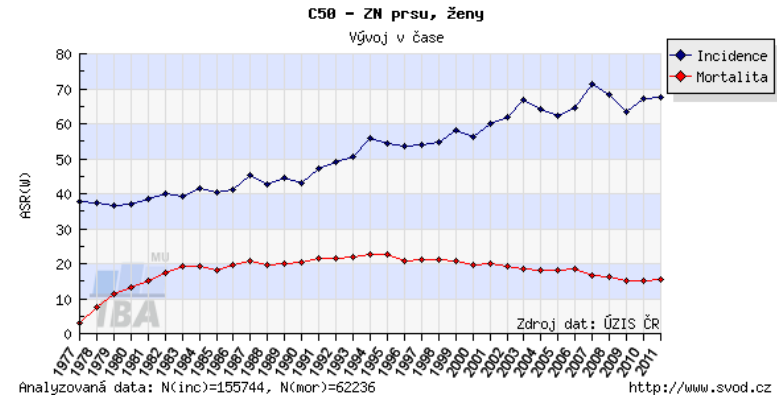


- ☑ odborník s invenčním myšlením;
- ☑ člověk schopný analýzy a syntézy poznatků z různých oborů.

# MATEMATICKÁ BIOLOGIE

## SMĚRY STUDIA

- ☑ zpracování, analýza a modelování klinických, fyziologických a epidemiologických dat;



- ☑ zpracování a analýza biologických, genomických a proteomických dat;

- ☑ zpracování, analýza a modelování environmentálních dat.



# ZA DVA TÝDNY NASHLEDANOU