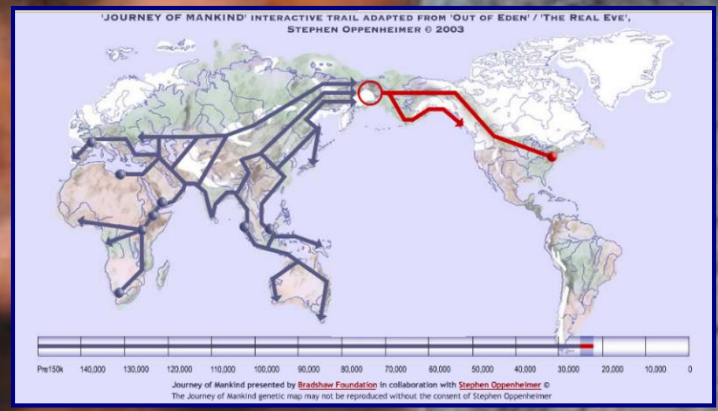


# Paleogenetika člověka



## Čím se budeme zabývat?

Budeme se snažit najít odpověď na možná nejstarší otázku člověka:

**Kdo jsme a odkud pocházíme?**



TAK INTERNET VÍ VŠECHNO? TO BY MOHL TAKY VĚDĚT, ODKUD JSME PŘIŠLI, CO JSME, KAM SMĚŘUJEME A JAKEJ JE SMYSL LIDSKÝ EXISTENCE.

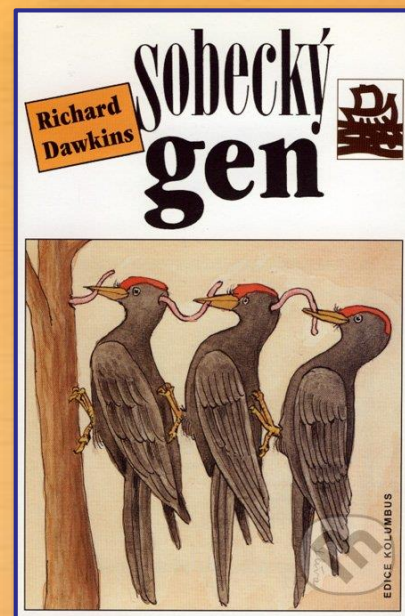
## Čím se budeme zabývat?

Budeme se snažit najít odpověď na možná nejstarší otázku člověka:

**Kdo jsme a odkud pocházíme?**

Inteligentní život kdekoliv ve vesmíru se stává dospělým ve chvíli, kdy nalezne odpověď na otázku svého původu.

*Richard Dawkins, Sobecký gen (1976)*



## Čím se budeme zabývat?

Budeme se snažit najít odpověď na možná nejstarší otázku člověka:

### Kdo jsme a odkud pocházíme?

Kdo je náš předek?

- *každý z nás zná své rodiče, většina zná i své prarodiče, mnozí své praprarodiče a možná někteří i své prapraprarodiče*
- *kdo však byli ti další předci*
- *tady už začíná temná a tajemná říše zvaná **historie**, v níž bloudíme a tápeme, vedeni pouhými náznaky*

### Kdo byli ti lidé, kteří šli před námi?

# Čím se budeme zabývat?

Budeme se snažit najít odpověď na možná nejstarší otázku člověka:

**Kdo jsme a odkud pocházíme?**

**Kdo byl náš předek?**



**Kde žil?**



**Kdy žil?**



**Jak jsme osidlovali svět.**



*Za chvíli si uděláme průzkum „veřejného“ mínění 😊*

# Interaktivita v přednáškách



socrative  
by MasteryConnect

STUDENT

LIZAL

JOIN ROOM

<http://b.socrative.com/login/student>



## Odkazy pro interaktivní část přednášky

 [Formulář pro online pokládání dotazů](#)

 [Anketní program Socrative - login: LIZAL](#)

### **Informace a pokyny k anketnímu programu Socrative**

- pro hlasování je potřeba mít **mobilní zařízení** (mobilní telefon, tablet, notebook) **s připojením k internetu (wi-fi nebo vlastní datový tarif)**
- do webového prohlížeče vepiště následující adresu: <http://b.socrative.com/login/student> nebo se přihlaste přes odkaz výše
- do rámečku **vyplňte LIZAL**

# Interaktivita v přednáškách



Dotaz (Paleogenetika)

Zde napište a odešlete svůj dotaz

Vaše odpověď

**ODESLAT**

Nikdy přes Formuláře Google neposílejte hesla.

A screenshot of a Google Form titled "Dotaz (Paleogenetika)". The form has a white background and is overlaid on a background image of an open book. It contains a text input field for the question, a label "Zde napište a odešlete svůj dotaz", a label "Vaše odpověď" above another text input field, and a blue button labeled "ODESLAT". At the bottom, there is a small disclaimer: "Nikdy přes Formuláře Google neposílejte hesla."

## Odkazy pro interaktivní část přednášky

 [Formulář pro online pokládání dotazů](#)

 [Anketní program Socrative - login: LIZAL](#)

### **Informace a pokyny k anketnímu programu Socrative**

- pro hlasování je potřeba mít **mobilní zařízení** (mobilní telefon, tablet, notebook) **s připojením k internetu (wi-fi nebo vlastní datový tarif)**
- do webového prohlížeče vepište následující adresu: <http://b.socrative.com/login/student> nebo se přihlaste přes odkaz výše
- do rámečku **vyplňte LIZAL**

Budeme se zabývat evolucí **moderního** člověka, zejména v **posledních 200 000 letech**.

Genetická detektivka – **pátrání po původu moderního člověka**

Po stopách DNA moderního člověka

Dobrodružná cesta moderního člověka

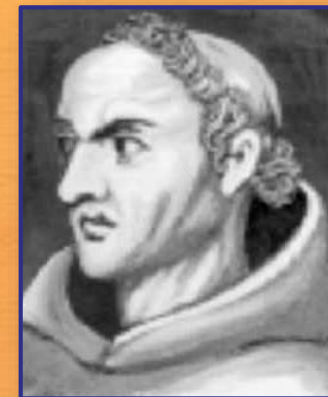
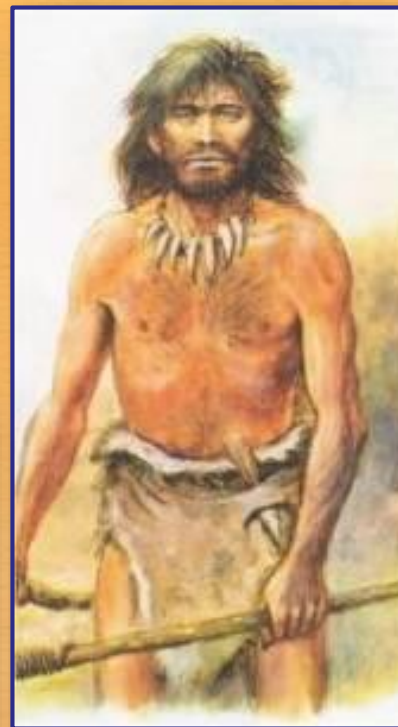
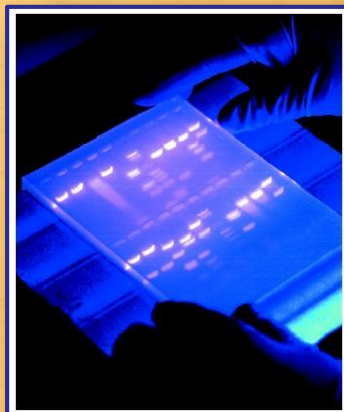




**Plán pátrání po původu moderního člověka**

**1) Úvod do paleogenetiky člověka**

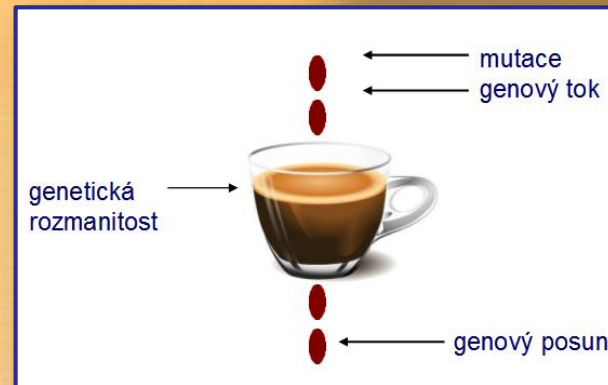
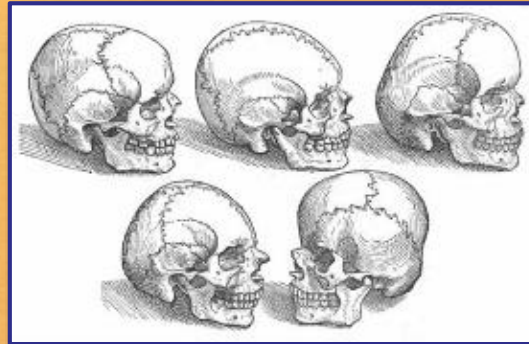
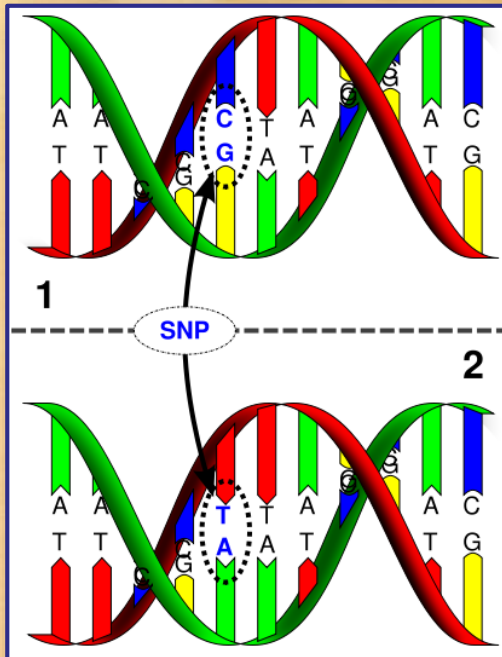
- co zkoumá **paleogenetika** a jak
- kronika našeho druhu podle antropologie
- charakteristika modelů původu moderního člověka
- „Ockhamova břitva“ a „recept na polévku“



**Plán pátrání po původu moderního člověka**

**2) Metody studia historie populací**

- genetická podobnost a **rozmanitost**, metody studia
- **mechanizmy evoluce** (mutace, přírodní výběr, genetický drift, genový tok)
- studium evoluce člověka na úrovni DNA
  - historie irské populace
  - odštěpení člověka od lidoopů
  - rozšíření zemědělství do Evropy

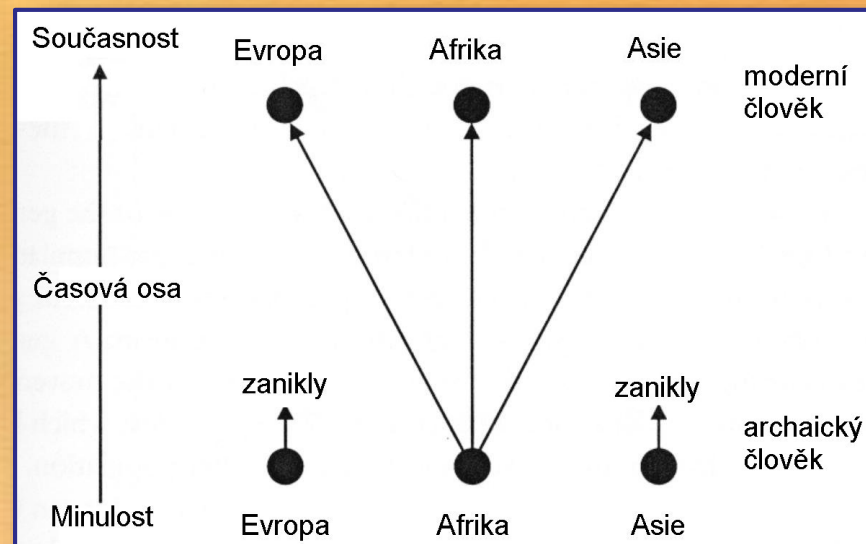


**Plán pátrání po původu moderního člověka**

**3) Evoluce člověka a její modely podle genetiky**

- **model nahrazení** („Out of Africa“), vývoj kladogenezí, genetické důsledky
- **multiregionální model**, vývoj anagenezí, genetické důsledky

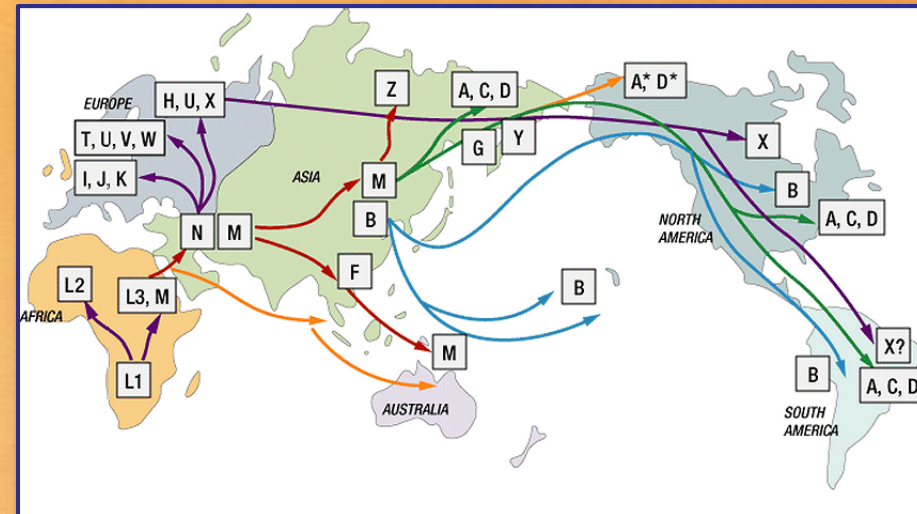
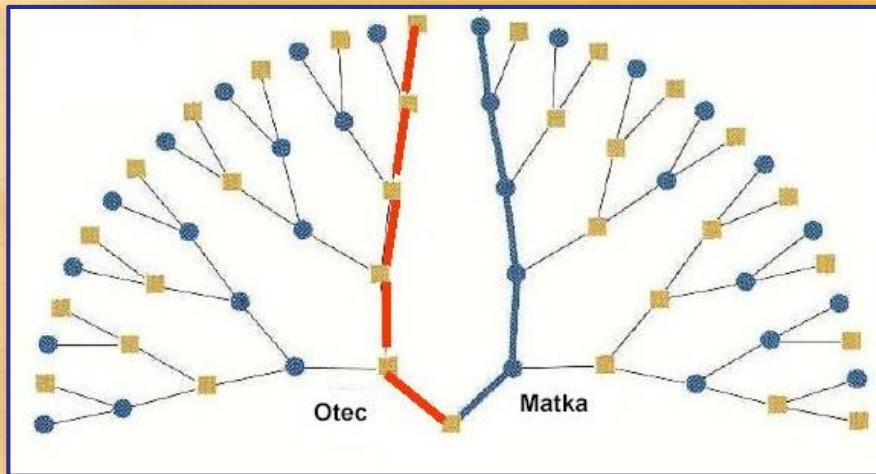
Budeme se zabývat evolucí **moderního** člověka, zejména **v posledních 200 000 letech**.



**Plán pátrání po původu moderního člověka**

**4) Hledání našeho společného předka**

- výsledky analýz mtDNA (mitochondriální Eva)
- **kde a kdy se objevuje moderní člověk** podle mtDNA
- výsledky analýz chromozomu Y (Adam)
- poznatky na základě jaderné DNA
- jak jsme osídlili svět podle mtDNA a chromozomu Y



**Plán pátrání po původu moderního člověka**

**5) Analýza archaické DNA (aDNA)**

- analýza prvních neandrtálských DNA (Německo – Feldhofer, Kavkaz – Mezmaiskaya)
- byli Neandrtálci odlišným druhem nebo našim poddruhem
- **křížili jsme se s Neandrtálci**
- proč Neandrtálci zanikli?
- záhadní Děnisované (aneb co dokáže DNA)



**Pravěká pitva**

Prehistoric Autopsy, BBC, 2012  
1/3 rekonstrukce Neandrtálce

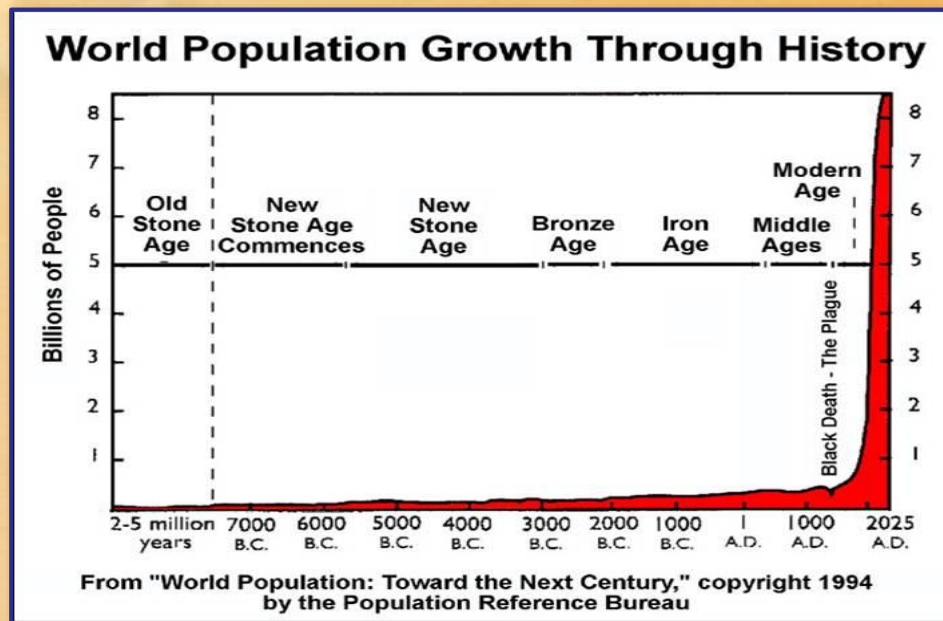


Dr. George McGavin a prof. Alice Roberts  
University Oxford University of Birmingham

**Plán pátrání po původu moderního člověka**

**6) Velikost populace našich předků**

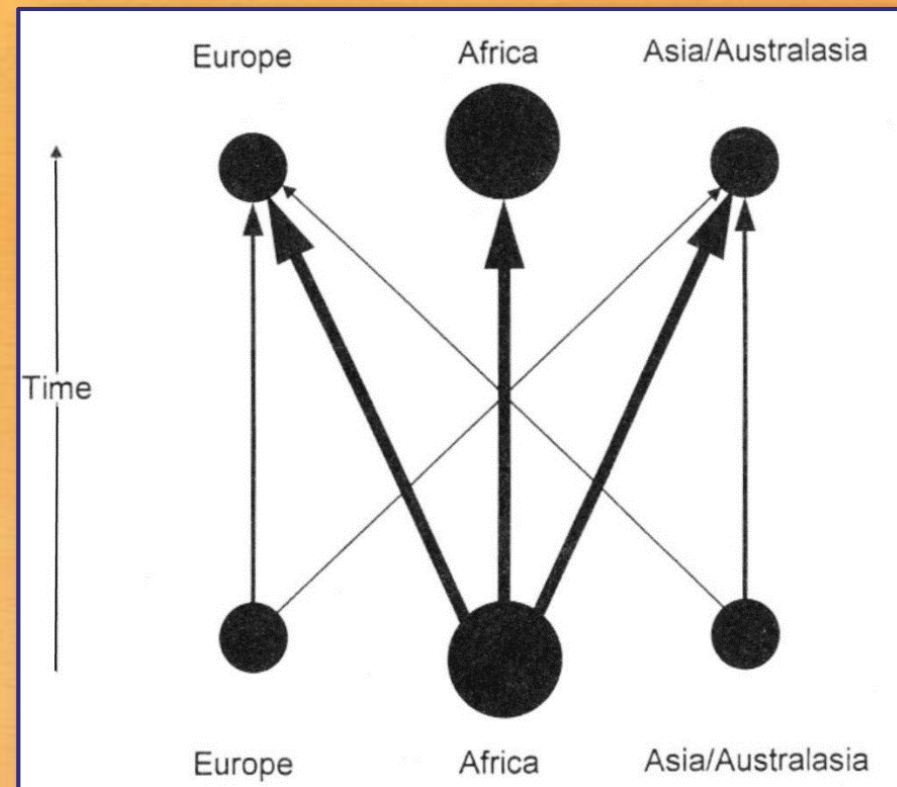
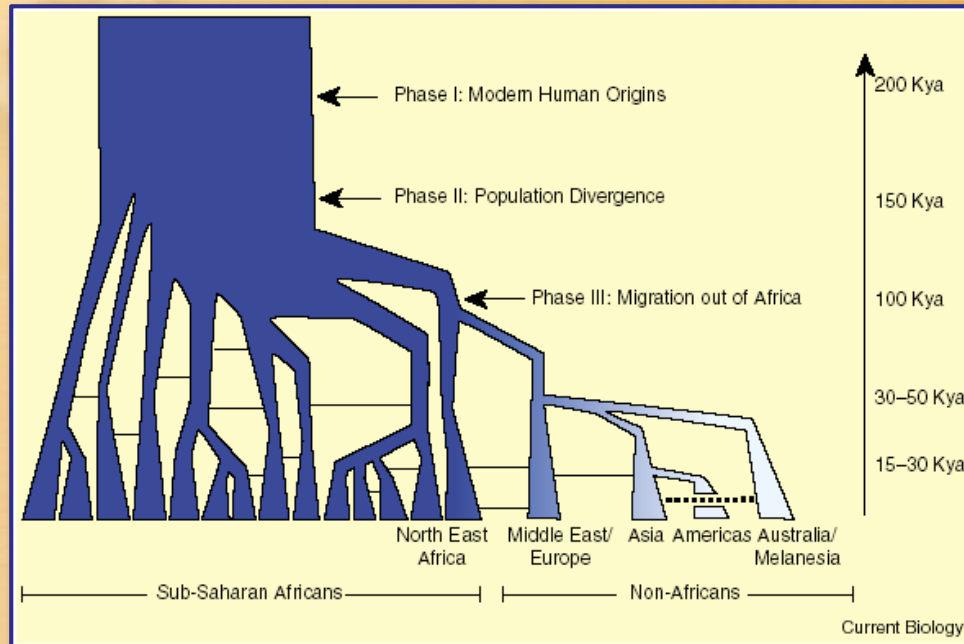
- postupy stanovení velikosti populace
- **velikost populace předků**
- pleistocénní **populační exploze**
- vymírají populace nebo jsou nahrazovány



Plán pátrání po původu moderního člověka

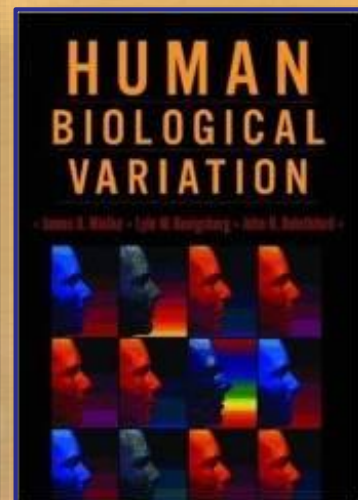
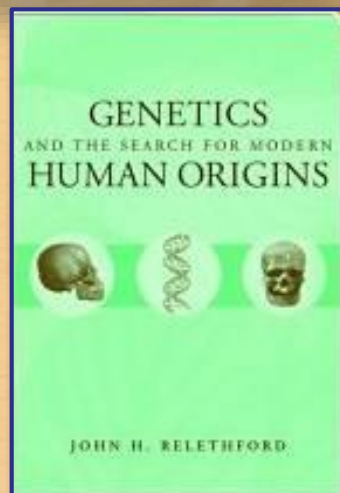
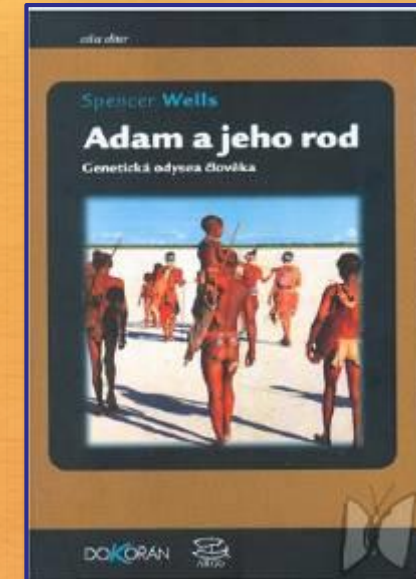
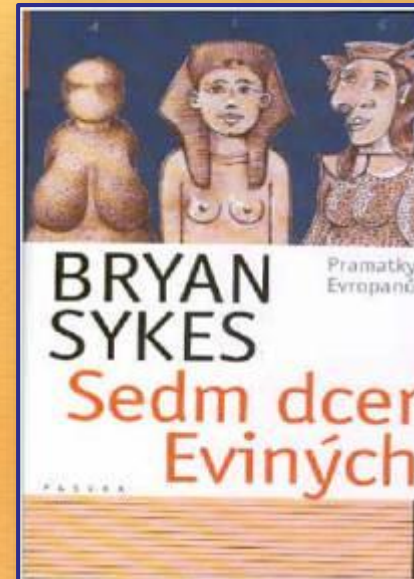
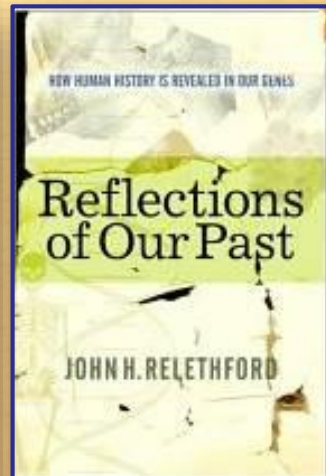
7) Genový tok v historii moderního člověka a nový model původu

- **genový tok** v historii moderního člověka
- "Out of Africa" vs. Multiregionální model z pohledu **genetické rozmanitosti kontinentálních populací**
- **nový model "Mostly out of Africa"**



**Studijní materiály:**

John H. Relethford: **Genetics and the Search for Modern Human Origins**



Populárně-vědecké knihy o studiu variability mtDNA a chromozomu Y



**Paleogenetika 1b (1)**



**Studijní materiály:**

John H. Relethford: **Genetics and the Search for Modern Human Origins**

**Interaktivní osnova – prezentace a další materiály**

» Úvod do paleogenetiky člověka



**Úvod do Paleogenetiky člověka**



» Metody studia historie populací

## Studijní materiály:

### Elektronická skripta „Paleogenetika člověka“

## PALEOGENETIKA ČLOVĚKA

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity  
RNDr. Pavel Ližal, Ph.D.



- Úvodní stránka
  - Autor publikace
  - Úvod do paleogenetiky člověka
  - Metody studia historie populací
  - Evoluce člověka a její modely
  - Hledání našeho společného předka
  - Analýzy archaické DNA
  - Genetická rozmanitost uvnitř populací
  - Genetická rozmanitost mezi lidskými populacemi
  - Velikost populace našich předků
  - Shrnutí a nový model
- Doporučená literatura

### Paleogenetika člověka

Studijní web *Paleogenetika člověka* je určen zejména pro studenty oborů Molekulární biologie a genetiky, Lékařská genetiky a molekulární diagnostiky, Antropologie, případně dalších. Materiál studenty seznamuje s poznatky o evoluci moderního člověka, které byly získány studiem současných a archaických populací člověka propojením antropologických, populačně-genetických a molekulárně-biologických přístupů. Cílem je snaha o odpovězení otázek: *Kdo jsme a odkud pocházíme?, Kdo byl náš předek?, Kdy a kde žil? a Jak velká byla zakladatelská populace moderního člověka? nebo Jak jsme osídlili svět?*

1	Úvod do paleogenetiky člověka	2	Metody studia historie populací
3	Evoluce člověka a její modely	4	Hledání našeho společného předka
5	Analýzy archaické DNA	6	Genetická rozmanitost uvnitř populací
7	Genetická rozmanitost mezi lidskými populacemi	8	Velikost populace našich předků
9	Shrnutí a nový model		

**Studijní materiály:**

**Elektronická skripta „Paleogenetika člověka“**

The screenshot shows a presentation slide with the following content:

- PALEOGENETIKA ČLOVĚKA**  
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity  
RNDr. Pavel Lizal, Ph.D.
- Metody studia historie populací**  
Hlavním nástrojem při studiu historie žijících i vymřelých populací je jejich genetická rozmanitost. Budou zde popsány znaky a metody, které se pro stanovení této rozmanitosti nejčastěji používají. Evoluční procesy, které tuto rozmanitost v průběhu času mění, nám pak dávají možnost tuto historii číst a rekonstruovat právě podle stop, které v DNA evoluce zanechala. Jednotlivé procesy s jejich dopadem na genetickou strukturu si proto podrobně popíšeme. A nakonec na třech konkrétních příkladech si předvedeme, jak se v takovém evolučním záznamu čte.
- Prezentace**  
Metody studia historie populací | Mechanizmy evoluce | Příklady studia historie populací
- 3. METODY STUDIA HISTORIE POPULACÍ**  
ADD A SUBTITLE

The slide also features a navigation menu on the left, a list of topics, and a video player interface at the bottom with the iSpring logo and a progress bar.

## Studijní materiály:

Elektronická skripta „Paleogenetika člověka“

další studijní materiály

The screenshot shows a presentation slide with a background image of a Neanderthal. A blue box in the center contains the text "ANALÝZA NEANDRTÁLSKÝCH DNA". At the top, there are four navigation tabs: "Analýza neandrtálských DNA", "Křížení Neandrtálců a moderních lidí", "Zánik Neandrtálců podle DNA", and "Děnisované". Below the slide, there is an iSpring player interface with a progress bar at 1/31 and a timestamp of 00:00 / 00:00. At the bottom, there are three buttons: "Analýza neandrtálských DNA Otevřít mobilní verzi prezentace", "Analýza neandrtálských DNA Stáhnout tiskové PDF", and "Analýza neandrtálských DNA Stáhnout PDF".

pdf prezentací

### Další interaktivní zdroje informací



**Becoming Human – story of our origins**

Online verze interaktivního programu o evoluci člověka

Případně si můžete program stáhnout a nainstalovat na počítač: [Windows](#), [Mac](#).



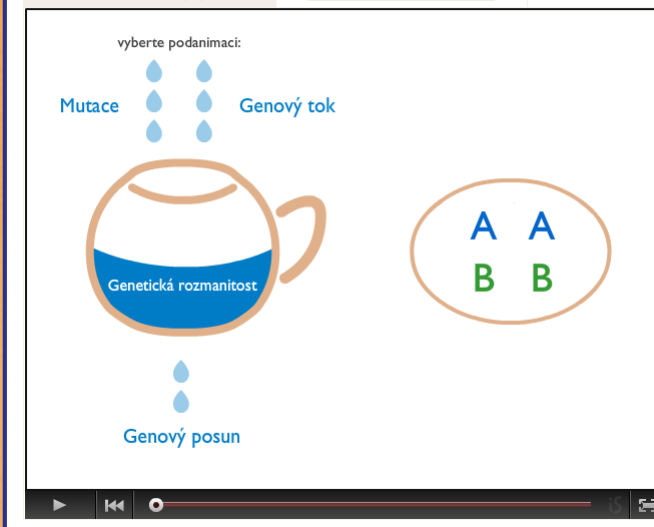
**Přehled všech našich předchůdců**

Origins: Exploring The Fossil Record

### Animace vlivu evolučních sil na genetickou rozmanitost populací

Rozmanitost uvnitř populací

Rozmanitost mezi populacemi



animace

**Studijní materiály:**

**Facebooková stránka**

**Zajímavosti z paleogenetiky a populační genetiky**

The screenshot shows a Facebook page for a community focused on paleogenetics and population genetics. The page header features a banner with illustrations of a Neanderthal and a modern human, with a DNA double helix in the background. The page title is "Zajímavosti z paleogenetiky a populační genetiky" and it is identified as a "Komunita".

Key elements of the page include:

- Navigation:** Timeline, Informace, Fotky, To se mi líbí, Další.
- Engagement:** "To se mi líbí (596) +1 tento týden" and "1.282 dosah příspěvků tento týden".
- Call to Action:** "Propagujte svoji stránku za 50 Kč" and "Oslovte ještě víc lidí v oblasti".
- Informace:** "Tato stránka je tu pro všechny, kteří chtějí být informováni o některých zajímavých poznatcích z paleogenetiky a populační genetiky." and a link to "https://sites.google.co...".
- Fotky:** A grid of images related to genetics and paleoanthropology.
- Post:** A post from January 14th at 15:18 discussing a genetic analysis of a Czechoslovakian wolf. The text reads: "Je československý vlčák spíše vlkem nebo německým ovčákem. Před nedávnem vyšla zajímavá genetická analýza, která zkoumala, kolik toho zůstalo v genomu československého vlčáka po obou jeho rodičovských liniích, kterým byl německý ovčák a karpatský vlk. Přestože byl křížením získán pes vzhledově velmi podobný vlku, po karpatském vlku v jeho genomu mnoho nezůstalo. Z výsledků výzkumu je zřejmé, že má geneticky blíže spíše k druhému původnímu rodiči, německému ovčákovi, což je pr... Zobrazit více". Below the text is a video player with the title "GENETICKÁ ANALÝZA ČESKOSLOVENSKÉHO VLČÁKA" and a description "Genetická analýza Československého vlčáka. A story told with Slate. SLATE.ADOBE.COM".
- Footer:** "Oslovení lidé (4,434)" and "Propagovat příspěvek".

**Ukončení předmětu:**

**Kombinace písemné a ústní zkoušky**

- *vstupní písemný test (15 min, v PC učebně na začátku zkuškového bloku)*

- **7 otázek:**

- **5 otázek s možnostmi** (1 až 2 správné odpovědi) = **max. 5 bodů**

- **2 otázky budou s krátkou volnou textovou odpovědí = max. 4 body**

(například vyjmenujte modely původu moderního člověka, o kterých byla řeč na přednášce; co ukazuje následující obrázek apod.)

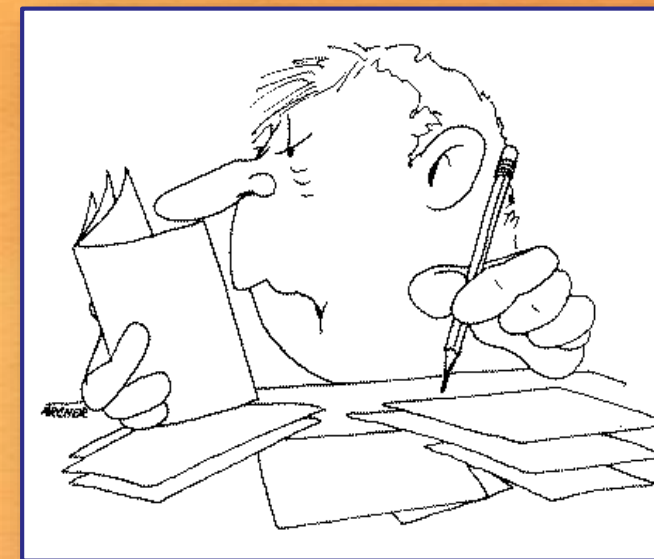
- každá otázka bude obodována a **bude tak tvořit část známky za zkoušku**

- *ústní diskuse (5 až 10 minut)*

- **obodování testových otázek**

- **při správném zodpovězení všech otázek získáváte ihned hodnocení „A“ (ústní část již neprobíhá)**

- **ostatní - stručná ústní rozprava na jednu otázku** (např. popište obrázek, popište analýzu apod.) = **max. 4 body**



**Ukončení předmětu:**

**Kombinace písemné a ústní zkoušky**

• *vstupní písemný test (15 min, v PC učebně na začátku zkouškového bloku)*

• **max. 9 bodů**

• *ústní diskuse (5 až 10 minut)*

• **max. 4 bodů**

**Hodnocení:**

- **plný počet bodů z písemné části = A**
- **12 = A**
- **11-10 = B**
- **9 = C**
- **8 = D**
- **7 = E**
- **6 a méně = F**



Ukončení předmětu:

- okruhy otázek budou vyvěšeny na ISu
- **číselné údaje – většinu se neučte, potřebovat budete znát jen několik základních** (například kdy moderní člověk opustil Afriku podle mtDNA, kdy žili Neandrtálci apod.)
  - **tyto základní číselné údaje dostanete ke konci semestru k dispozici** (obvykle budou v přednáškách opakovaně zmiňovány, takže si je s vysokou pravděpodobností již budete i pamatovat)

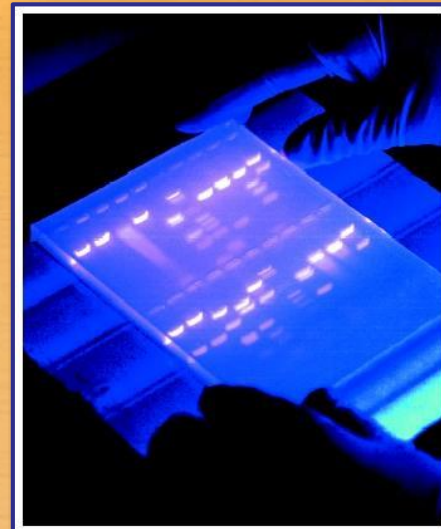


**Z čeho budeme vycházet a co k tomu použijeme?**

**Klasická antropologie** – kosti a další nálezy



**Moderní antropologie** – DNA  
molekulární antropologie, paleogenetika



**Studium evoluce člověka je interdisciplinární**

**v terénu**

**v laboratoři**

anatomie

statistika

geologie

**paleoantropologie**  
původ a evoluce člověka, kosti

**molekulární antropologie**  
biologická rozmanitost a evoluce,  
podobnosti a rozdíly v současné DNA

klasická antropologie  
zkoumá pozůstatky

**paleogenetika**  
studium aDNA

etologie živočichů

kulturní antropologie

paleontologie

**in silico**

**Evoluci moderního člověka budeme sledovat na základě rozdílů:**

**uvnitř populací**

- hromadění změn, kterými se liší jednotlivé populace v rámci druhu
- sledujeme historii nějaké populace

**mezi populacemi**

- nahromadění změn spolu s dalšími faktory vedlo k postupnému odlišení
- sledujeme vznik nového druhu, speciaci, můžeme stopovat společné předky

**Podobnější populace jsou si příbuznější a naopak.**

**Odlišnější populace jsou starší a naopak.**

**Jaké znaky budeme sledovat?**



**Jaké znaky budeme sledovat?**

**paleoantropologie**  
původ a evoluce člověka, kosti

**molekulární antropologie**  
biologická rozmanitost a evoluce,  
podobnosti a rozdíly v současné DNA

**paleogenetika**  
studium aDNA

**Paleoantropologie**

- studuje historii moderního člověka na základě **variability fenotypových znaků** – např. anatomické a morfologické rozdíly lebky, krevních skupin
- velmi podrobný popis z antropologického pohledu podává přednáška:
  - Paleoantropologie (Bi8610) – prof. Svoboda
  - Evoluce člověka (Bi8620) – doc. Drozdová
- tyto znaky sice jsou podmíněny geneticky, ale je tu velký vliv prostředí

**Jaké znaky budeme sledovat?**

**paleoantropologie**  
původ a evoluce člověka, kosti

**molekulární antropologie**  
biologická rozmanitost a evoluce,  
podobnosti a rozdíly v současné DNA

**paleogenetika**  
studium aDNA

**Paleoantropologie**

- studuje historii moderního člověka na základě **variability fenotypových znaků** – např. anatomické a morfologické rozdíly lebky, krevních skupin
- velmi podrobný popis z antropologického pohledu podává přednáška:
  - Paleoantropologie (Bi8610) – prof. Svoboda
  - Evoluce člověka (Bi8620) – doc. Drozdová
- tyto znaky sice jsou podmíněny geneticky, ale je tu velký vliv prostředí

**Paleogenetika**

- studuje historii moderního člověka na základě rozdílů na **molekulární úrovni** – čistě geneticky podmíněny, evolučně neutrální znaky
- analýza **archaické** DNA (aDNA) – problémy a dostupnost
- studium uvnitř i mezi populacemi (ale jen omezeně)

**Jaké znaky budeme sledovat?**

**paleoantropologie**  
původ a evoluce člověka, kosti

**molekulární antropologie**  
biologická rozmanitost a evoluce,  
podobnosti a rozdíly v současné DNA

**paleogenetika**  
studium aDNA

**Paleoantropologie**

- studuje historii moderního člověka na základě **variability fenotypových znaků** – např. anatomické a morfologické rozdíly lebky, krevních skupin
- velmi podrobný popis z antropologického pohledu podává přednáška:
  - Paleoantropologie (Bi8610) – prof. Svoboda
  - Evoluce člověka (Bi8620) – doc. Drozdová
- tyto znaky sice jsou podmíněny geneticky, ale je tu velký vliv prostředí

**Paleogenetika**

- studuje historii moderního člověka na základě rozdílů na **molekulární úrovni** – čistě geneticky podmíněny, evolučně neutrální znaky
- analýza **archaické** DNA (aDNA) – problémy a dostupnost
- studium uvnitř i mezi populacemi (ale jen omezeně)

**Molekulární antropologie**

- studuje historii moderního člověka na základě rozdílů na **molekulární úrovni** – čistě geneticky podmíněny, evolučně neutrální znaky
- analýza **současné** DNA („genetické vykopávky“)
- studium uvnitř i mezi populacemi poskytuje mnoho zajímavých výsledků

**paleoantropologie**

původ a evoluce člověka, kosti



**paleogenetika**

studium aDNA



- **antropologické** (kosti) a archeologické **nálezy** (nástroje, nádoby apod.) nebo **aDNA** - jsou jen **fotografickým snímkem v čase**. Z jednoho snímku se však minulost určuje jen velmi špatně.

**paleoantropologie**

původ a evoluce člověka, kosti



**paleogenetika**

studium aDNA



- **antropologické** (kosti) a archeologické **nálezy** (nástroje, nádoby apod.) nebo **aDNA** - jsou jen **fotografickým snímkem v čase**. Z jednoho snímku se však minulost určuje jen velmi špatně.

**molekulární antropologie**

biologická rozmanitost a evoluce, podobnosti a rozdíly v současné DNA



*To, čemu říkáme začátek, je často konec. A když končíme, tak vlastně začínáme. A začínáme od konce. (T.S.Eliot)*

- v DNA **současného** člověka jsou zaznamenány všechny změny, ke kterým v minulosti došlo
- **současná DNA** je filmových pásem, **strojem času**
- **studium rozmanitosti DNA současných populací umožňuje zrekonstruovat celý příběh**