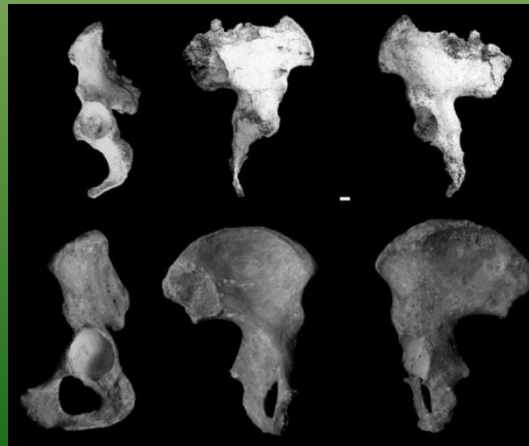
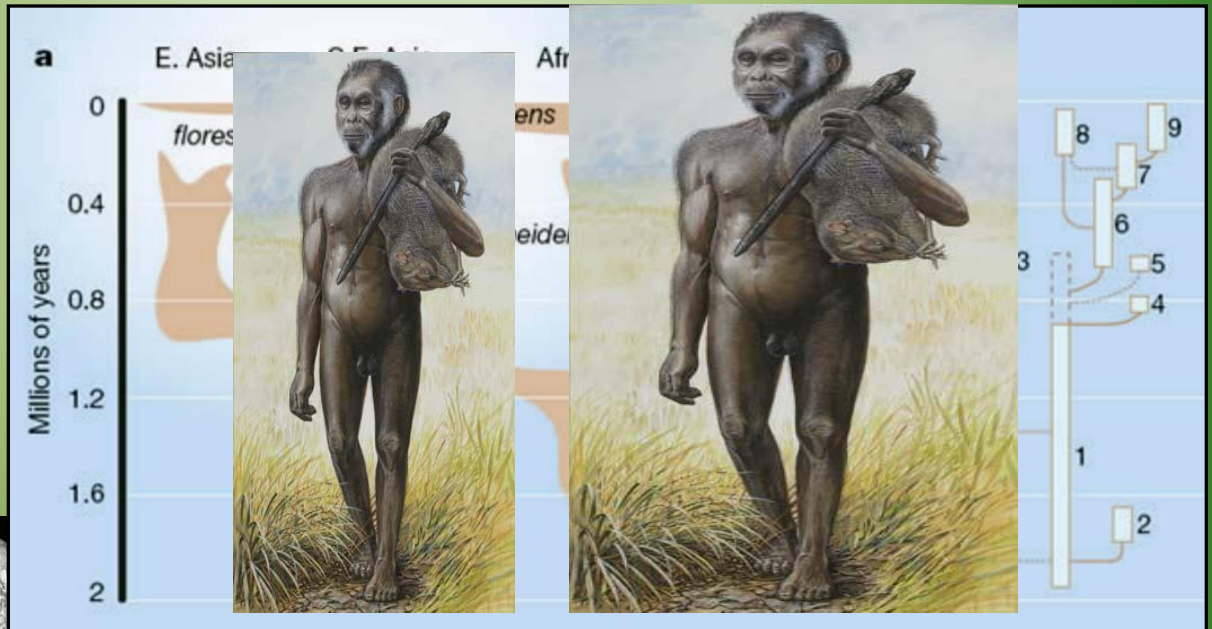


Variabilita a adaptibilita člověka 4



Doc. Václav Vančata

Variabilita variability aneb jak posuzovat míru adaptace z nepřesných vstupních dat



Charakter vstupního materiálu

Fosilní primáti - hominidé

- Fosilní primáti, a dokonce ani hominidé, nemají jasné analogické relace u současných primátů
- Není jasné jaký měli trup, končetiny a ani jak vlastně měli velký mozek a jakou jedli potravu
- Není jasné systematické postavení, zejména na úrovni druhů
- Variabilitu tedy musíme zkoumat primárně na úrovni rodů, ale to nám nijak nepřispívá k pochopení adaptací hominidů

Charakter vstupního materiálu

- **Kosterní materiál je obvykle ojedinělý, zcela výjimečně nalézáme více jedinců**
- **Určení druhu je velmi nejisté zvláště u postkraniálního skeletu**
- **Určení pohlaví je značně nejisté**
- **Materiál je velmi fragmentární**
- **Kostry jsou velmi vzácné a značně neúplné**
- **Nejisté je datování nálezu, často se mění**

Charakter vstupního materiálu

- Málo poškozené kosti z jedné končetiny jsou velmi vzácné
- Kloubní plochy jsou obvykle, s výjimkou hlavice femuru, silně poškozené
- Postkraniální skelet je často přiřazován k různým druhům nebo i rodům (u lidoopů)
- Postkraniální skelet je většinou nalézán bez „lebek“, tedy mnohdy je nezařazován vůbec
- Není jasné životní prostředí a potrava

Metody rekonstrukce nebo výpočtu výšky a hmotnosti

- Požívání některých metod, například indexů, dává velmi nejednoznačné výsledky Jejich informační hodnota však je vysoká – dává alespoň přibližnou informaci jaké byly proporce.
- Některé metody vycházejí z nekorektních empirických modelů – pygmejové, lidoopi s adolescentním spurtem
- Při zahrnutí gorilích a orangutaních samců jsou u hmotnosti silně nadsazené hodnoty u větších jedinců – např. neandrtálci 300 kg

Hledání závislostí, kvalita a korektnost modelů

- Výpočty výšky – výhradně musí vycházet z délky femuru – jediný je vysoce korelovaný s výškou u všech vyšších primátů
- Výpočty hmotnosti - je nutno využít každé informace, ale nemůžeme hodnotit jedince, nýbrž pouze danou skupinu či druh
- Výpočty BMI nebo jiné indexů tvaru těla, mají velký význam, ale jsou jen velmi přibližné
- Míra robusticity těla a reliéf a poměr délky končetin je třeba hodnotit velmi obezřetně

Hledání závislostí, kvalita a korektnost modelů

- **Vztah velikosti těla a mozku – absolutní a relativní hodnocení**
- **Je samotná velikost mozku na úrovni rodů relevantní?**
- **Jak odhadnout správně velikost mozku – pokud možno pomocí CT**
- **Ostatní metody jsou značně nepřesné a podhodnocují, to značně ovlivňuje pochopení reálné variability**

Hledání závislostí, kvalita a korektnost modelů

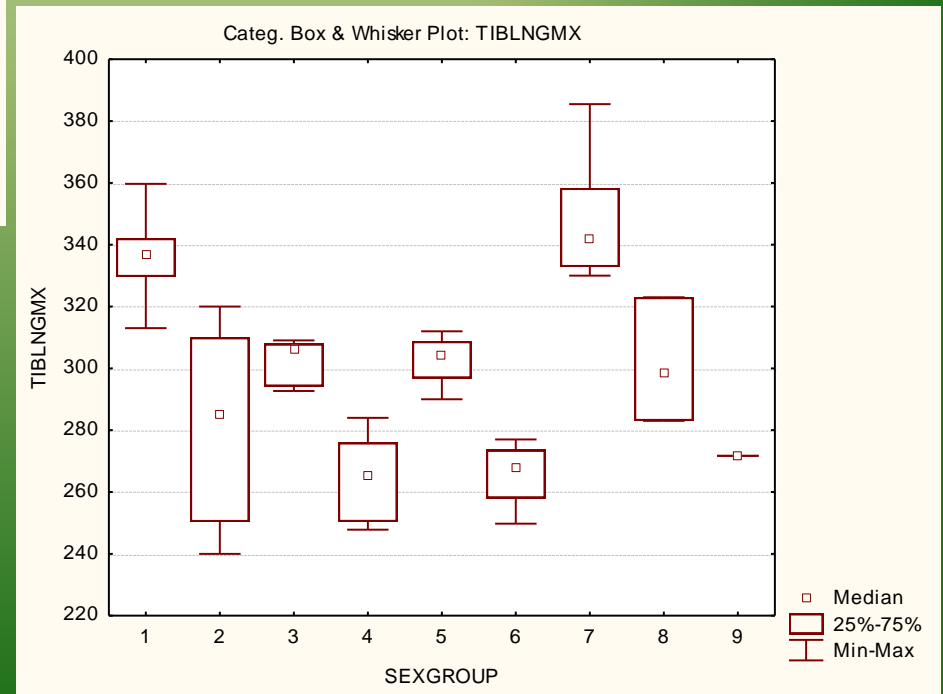
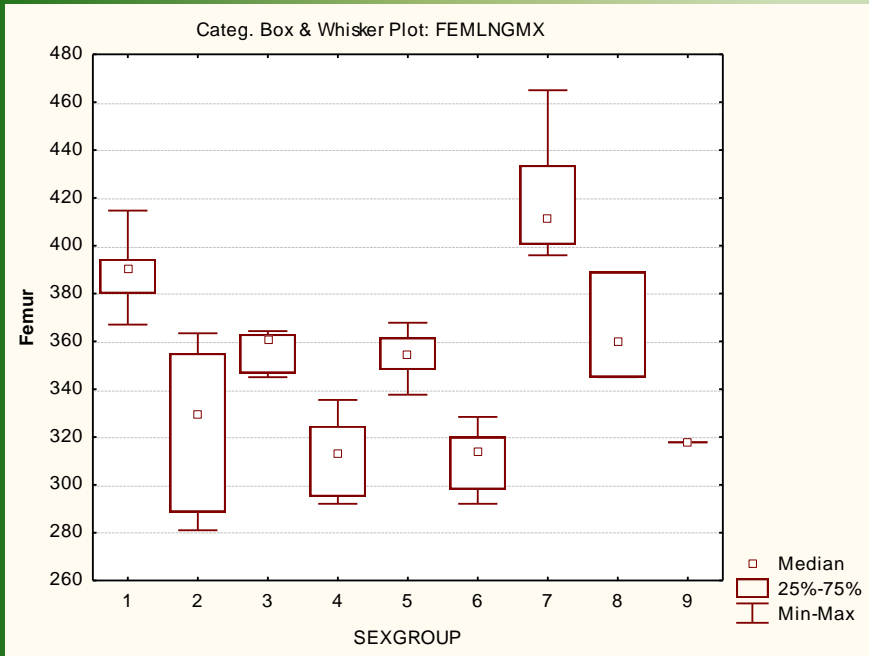
- **Jaká je reálná variabilita mozku na úrovni rodu, druhu a populací?? Je možné ji postihnout ad hoc výzkumem populací. Orangutani mají rozdíly – jsou výjimkou?**
- **Problematika encefalizačních kvocientů**
- **Jaký model používat pro hominidy, savčí, primátí, „vyšší primátí“ ?????**

Variabilita dlouhých kostí u ranných homininů

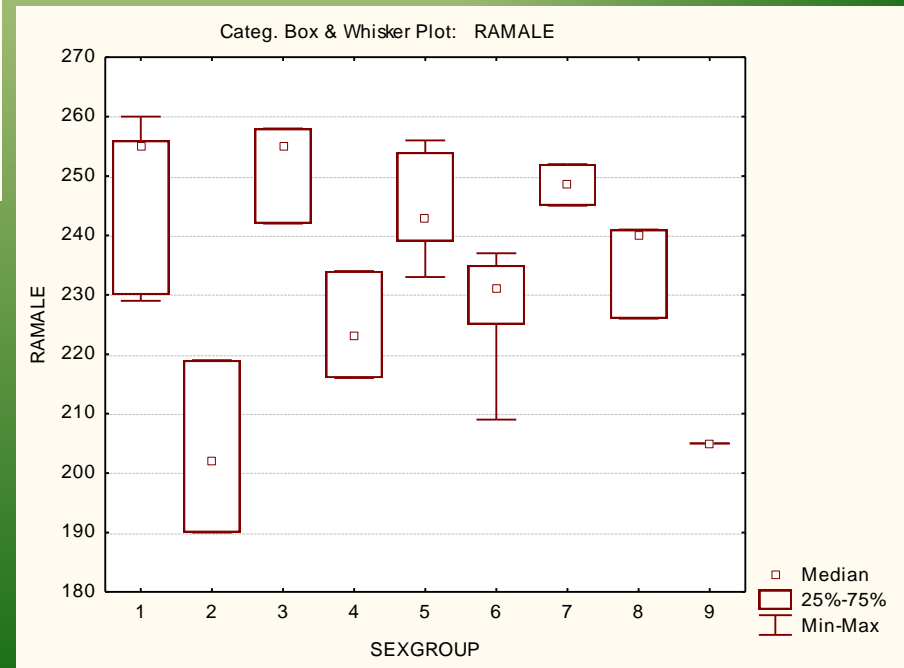
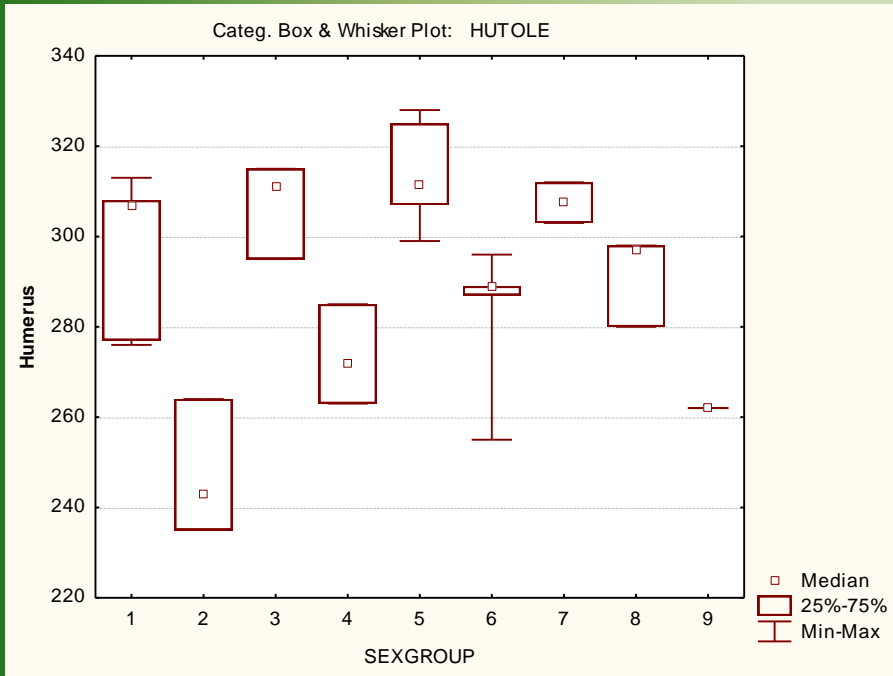
Pohlavní a druhové rozdíly

- Variabilita dlouhých kostí ranných hominidů je zásadní z hlediska určení míry pohlavního dimorfismu. Pomáhá ověřit zda je určení pohlaví na základě lebky či zubů realistické
- Znalost variability dlouhých kostí umožňuje jistou verifikaci poměrů segmentů na horní a dolní končetině, které mohou být způsobeny náhodou smícháním kostí různých jedinců

Variabilita délky dlouhých kostí – Homo habilis???

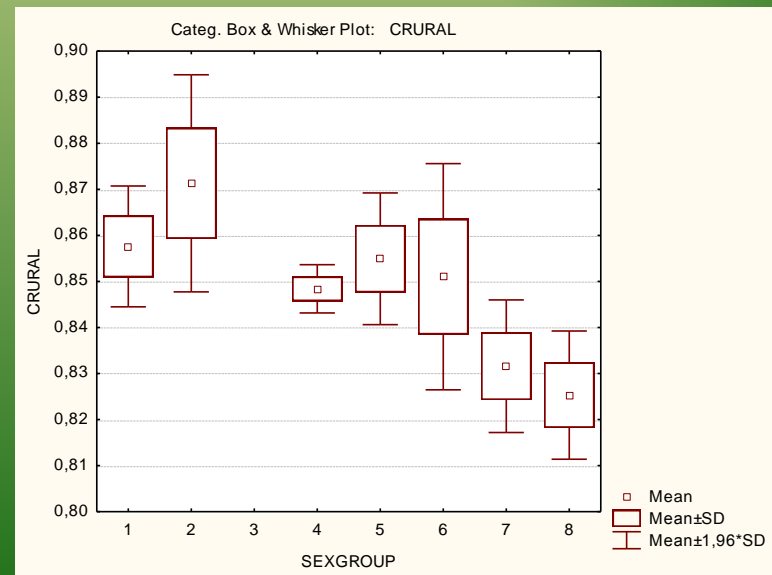
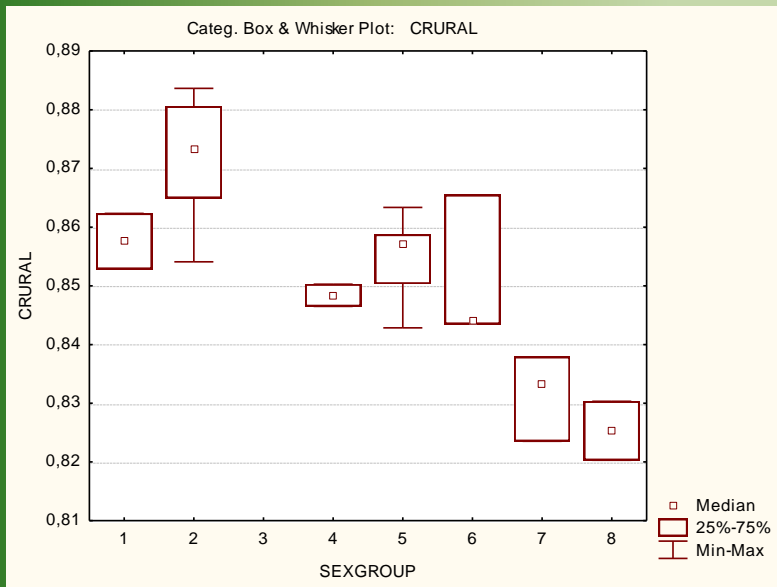


Variabilita délky dlouhých kostí – Homo habilis???



Variabilita poměru segmentů – Homo habilis???

OH 62 – nejsou data



Rekonstrukce tělesné výšky a variabilita modelů a její příčiny

- **Nejpřesnější rekonstrukce výšky by měla být „anatomická“**
 - Nekompletnost skeletů je tak velká, že u fosilních primátů vůbec nepadá do úvahy
- **Empirické statistické modely**
 - Regresní – v úvahu padají pouze metody Major axis a Reduced major axis, které využívají smíšené modely

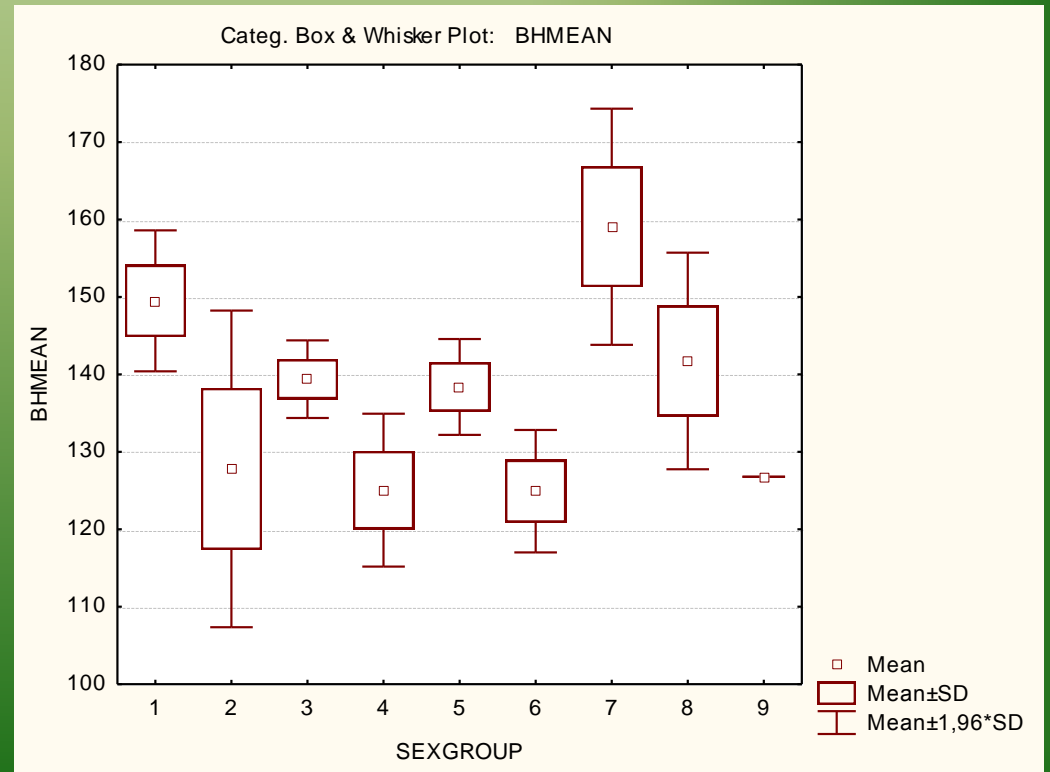
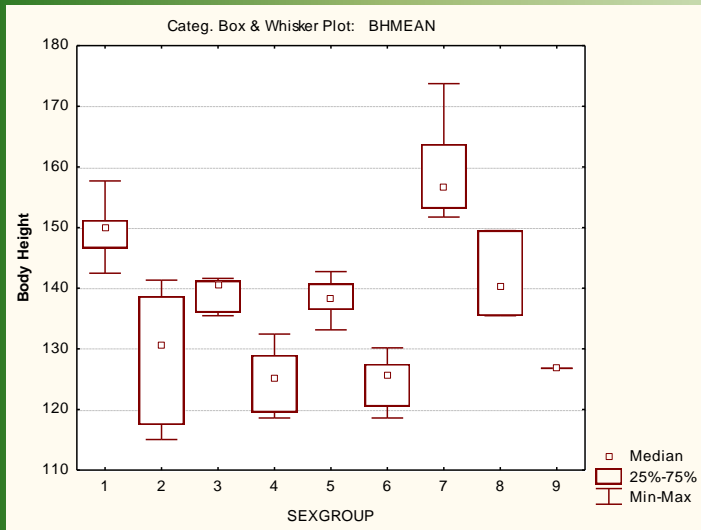
Regresní modely – vstupní data

- **Dvě základní strategie**
 - Použít maximální smíšený model
 - Použít vybraný smíšený model, tedy většinou nízkorostlé populace
- **Variabilita přesnosti odhadů je obrovská – daleko nejpřesnější jsou odhady založené na délce femuru, i tak mají velkou a do značné míry nepredikovatelnou variabilitu a odhady jsou často zjevně nepřesné**
- **Někdy je přání otcem myšlenky a modely jsou založeny na apriorních předpokladech**

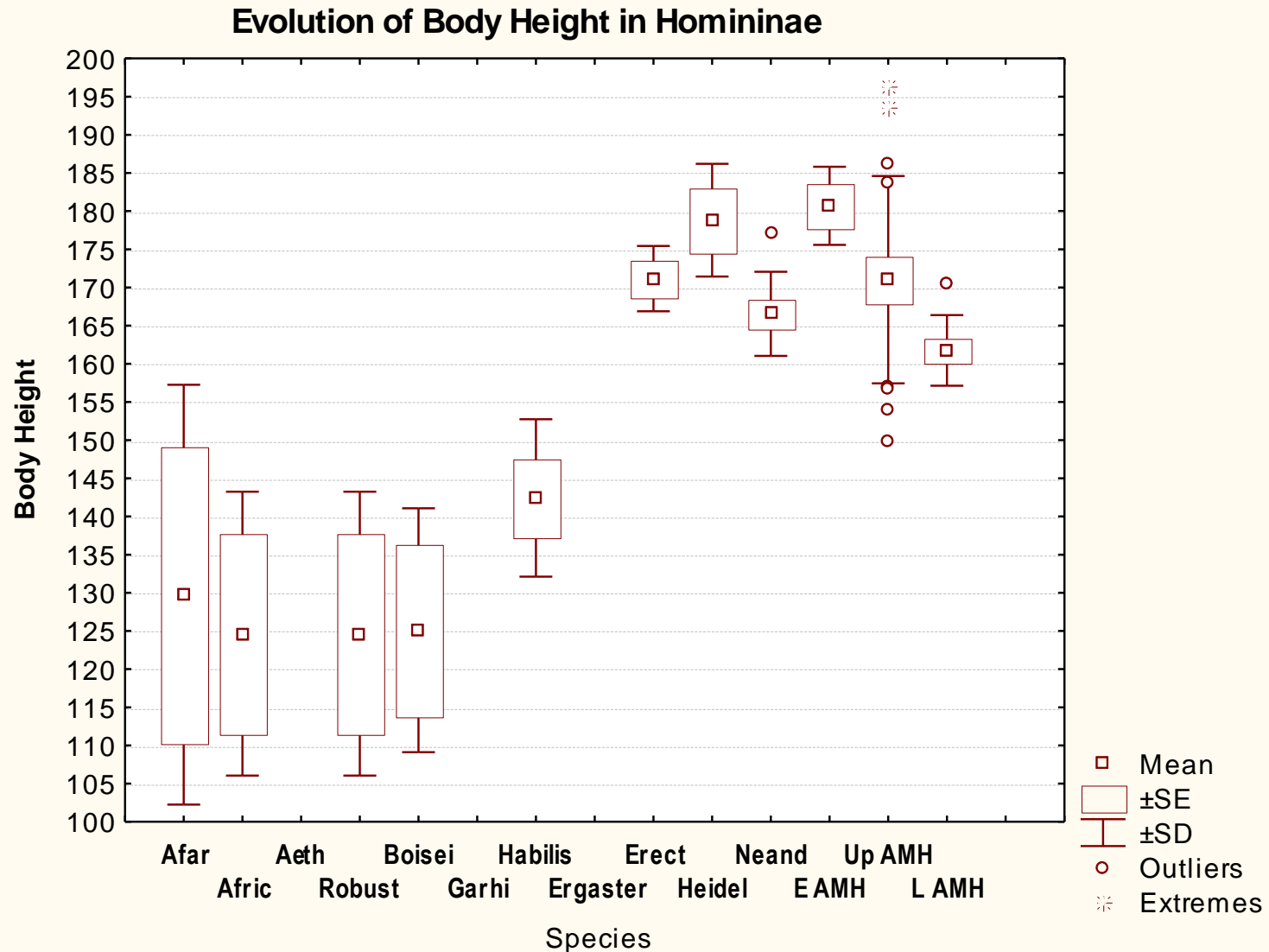
Které modely jsou nejlepší – jeden nebo více?

- **Kvalita modelu záleží na vstupní modelové populaci**
 - jedna specifická – pygmejové
 - Velká regionální – kavkazané, evropané, „natives“
- **Ani jeden z „recentních“ modelů není a nemůže být kompatibilní s fosilními primáty, může pomoci znalost růstu lidoopů**
- **Více modelů s vypočtením průměru**

Tělesná výška u ranných homininů Homo habilis a OH 62 („9“)



Evolution výšky těla u hominidů



Rekonstrukce hmotnosti

- Vzhledem k nejistotě druhového určení apod je rekonstrukce hmotnosti fosilních hominidů nemožná nebo i zbytečná
- Hmotnost je funkcí výšky a je poměrně snadno rekonstruovatelná, pokud zvolíme nějakou nízkorostlou modelovou populaci
- Hmotnost lze rekonstruovat z velikosti povrchu kloubních ploch nebo průřezů diafýz kostí, ale pouze v kombinovaných modelech

Rekonstrukce hmotnosti – jak na to?

- Hmotnost není jednoznačně korelovaná s výškou, protože zde působila řada epigenetických a environmentálních, ale i genetických faktorů, které neznáme
- Hmotnost je sice do jisté míry korelovaná s průřezy diafýz, ale doposud se nepodařilo věrohodně ověřit jak moc u kterých druhů
- Hmotnost je dobře korelovatelná s kloubními povrchy, ale přesný odhad je téměř nemožný
- Jediným řešením je počítat průměrné hodnoty, které nám umožňují alespoň přibližný populační odhad

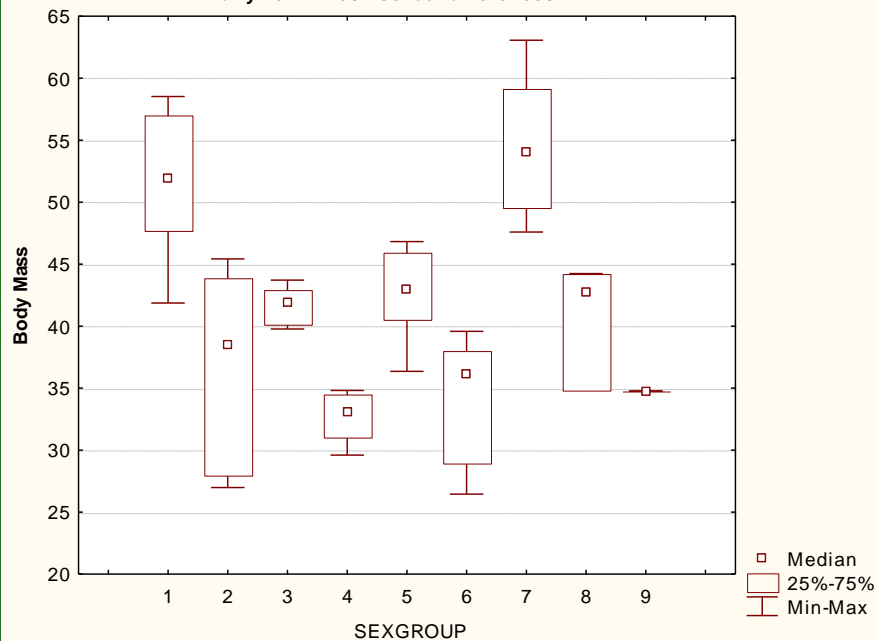
Rekonstrukce hmotnosti - jak na to?

- **Které části kostry nejlépe použít?**
 - Postkraniální skelet
 - Skelet dolní končetiny – hlavice femuru a produkty (modifikované povrchy) distálního femuru, proximální a distální tibie
 - Skelet je ale velmi fragmentární tedy musí se použít co jde
- **Je ale nutné přidat do výpočetního „setu“ rovnice založené na výšce těla jako přijatelnou kompenzaci pro nahodilost použitých částí kostry**

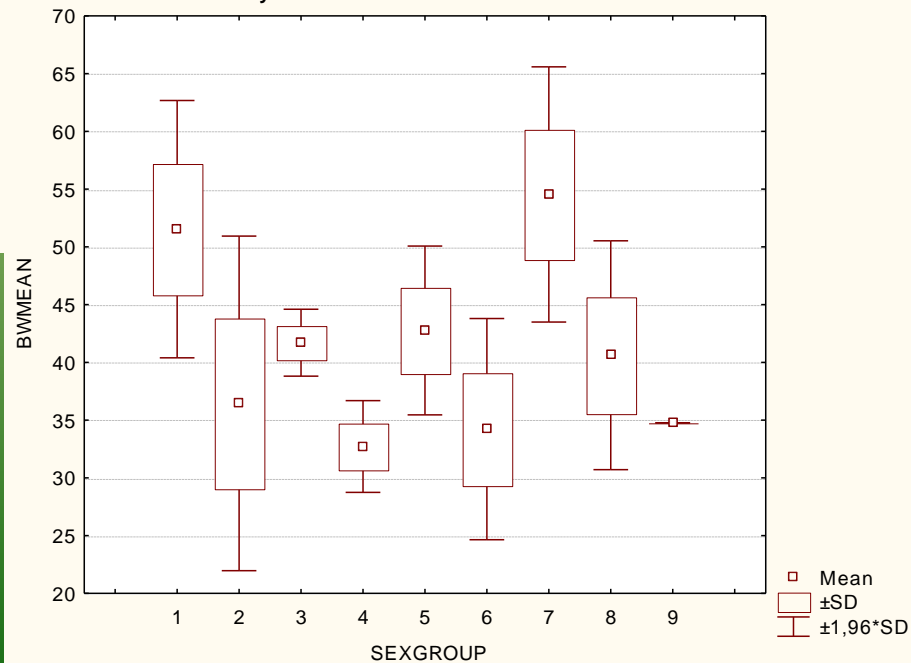
Variabilita tělesné hmotnosti homininů

Pohlavní rozdíly

Early hominines - sexual differences

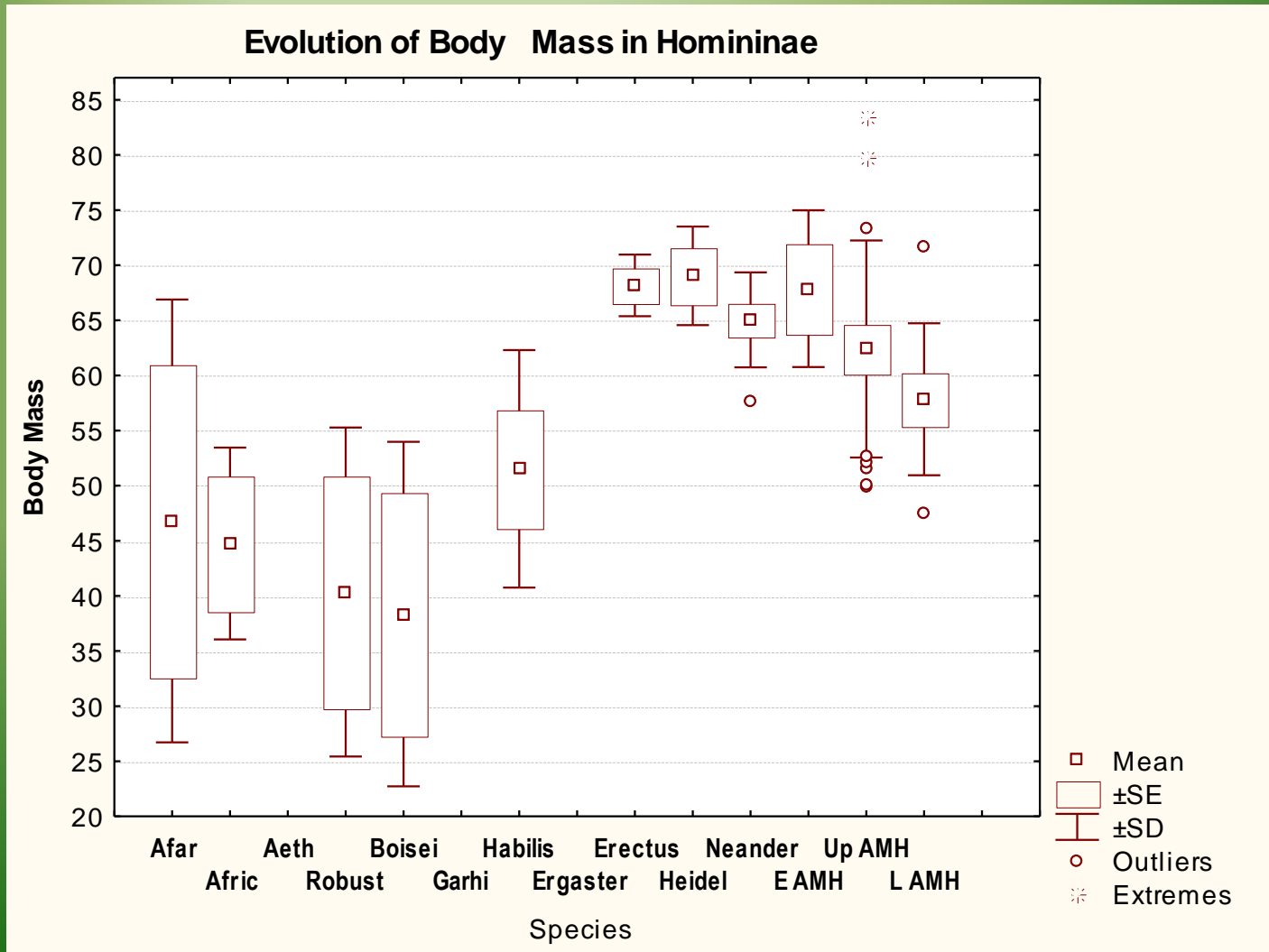


Early hominines - sexual differences



Variabilita tělesné hmotnosti homininů

Evoluční rozdíly



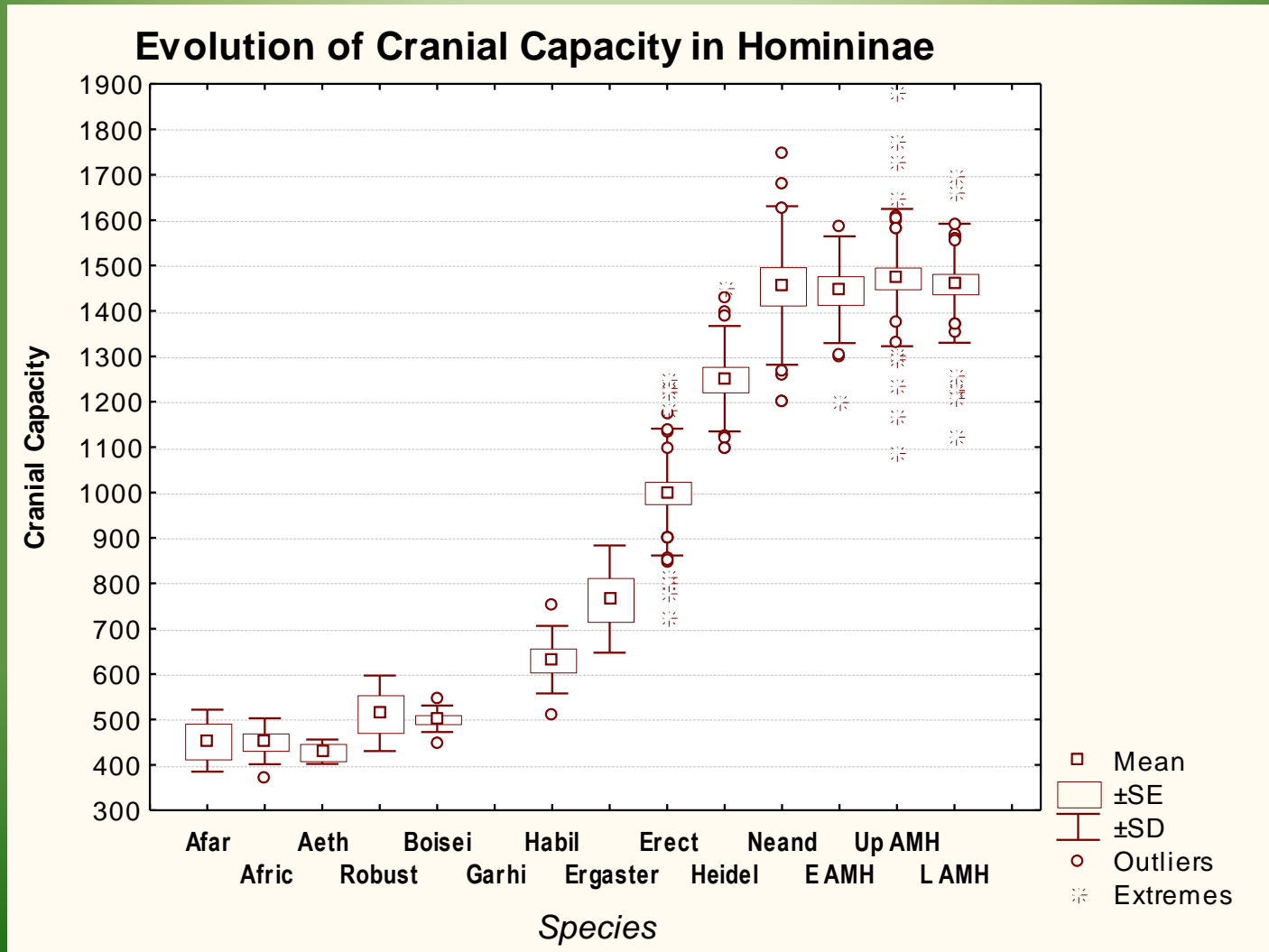
Variabilita tělesné hmotnosti homininů

- Jsou velmi patrné rozdíly ve variabilitě mezi rodem Homo a ranných homininů
- Jsou způsobeny mnohem menší četností a nehomogenitou souboru?
- Nebo je to podstatně vyšší sexuální dimorfismus?
- Nebo obojí??
- A co pak s tím?? Jak to interpretovat?

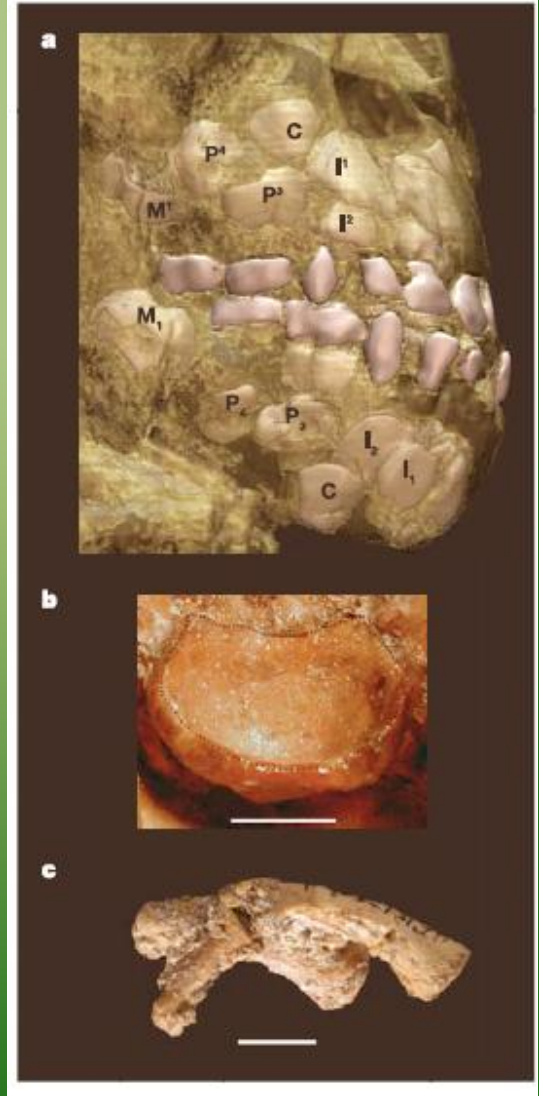
Variabilita mozku hominidů

- Variabilita mozku záleží na mnoha parametrech – primárně se hovoří o velikosti – hmotnosti nebo objemu, mnohem méně o struktuře
 - v této oblasti jsou dvě školy – jedna vychází primárně z variability člověka (Holloway), druhá pak z variability lidoopů a člověka (Falk a spolupracovníci)
 - Velikostní variabilita se těžko rekonstruuje – je málo dostatečně úplných lebek na CT rekonstrukce
 - Vstupuje do hry i faktor ontogeneze, který můžeme jen těžko přesně rekonstruovat

Variabilita mozku u homininů



Dikika – Lucy's daughter

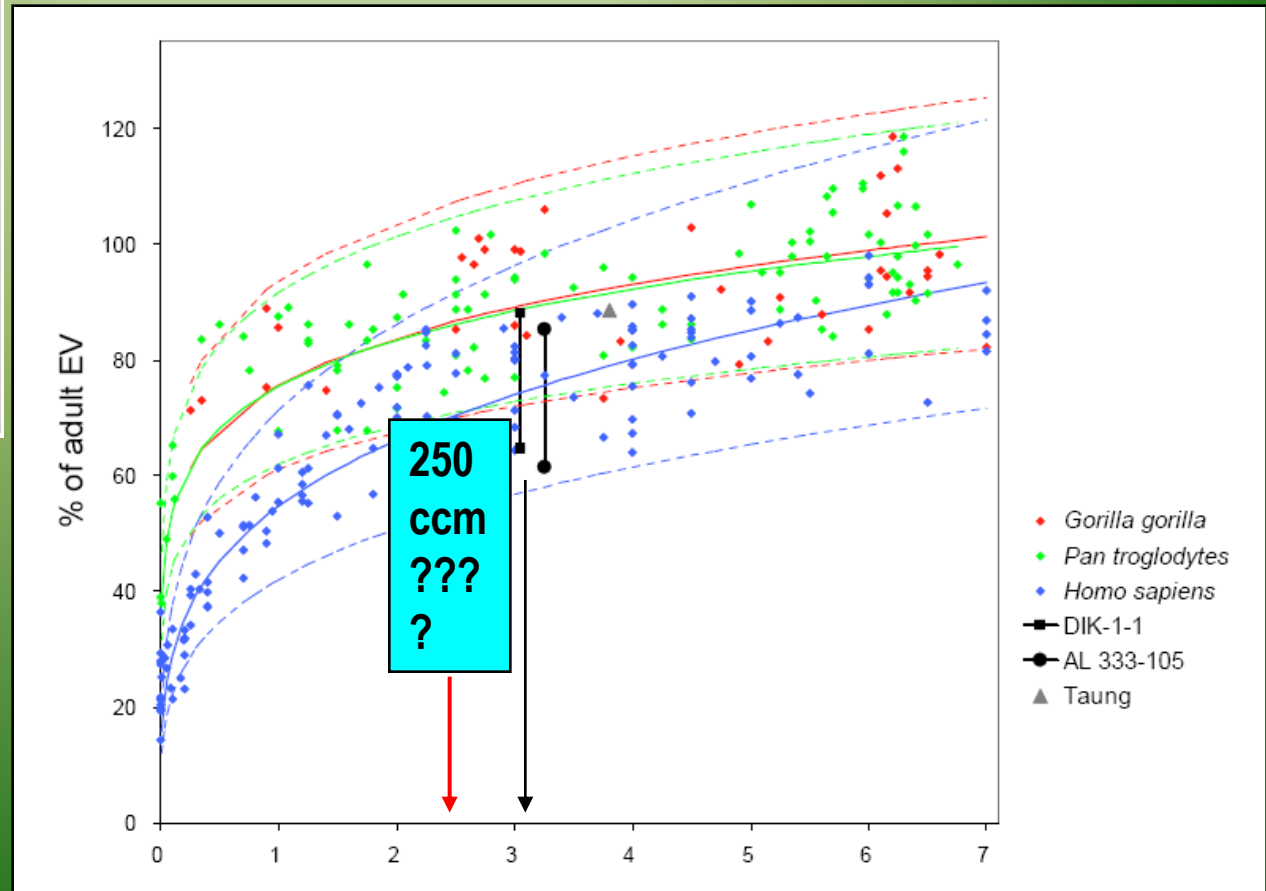


Dikika – Lucinka nebo Lucínek??

Jaká byla lokomoce a jak byl velký mozek??



Gorila???
Šimpanz ???

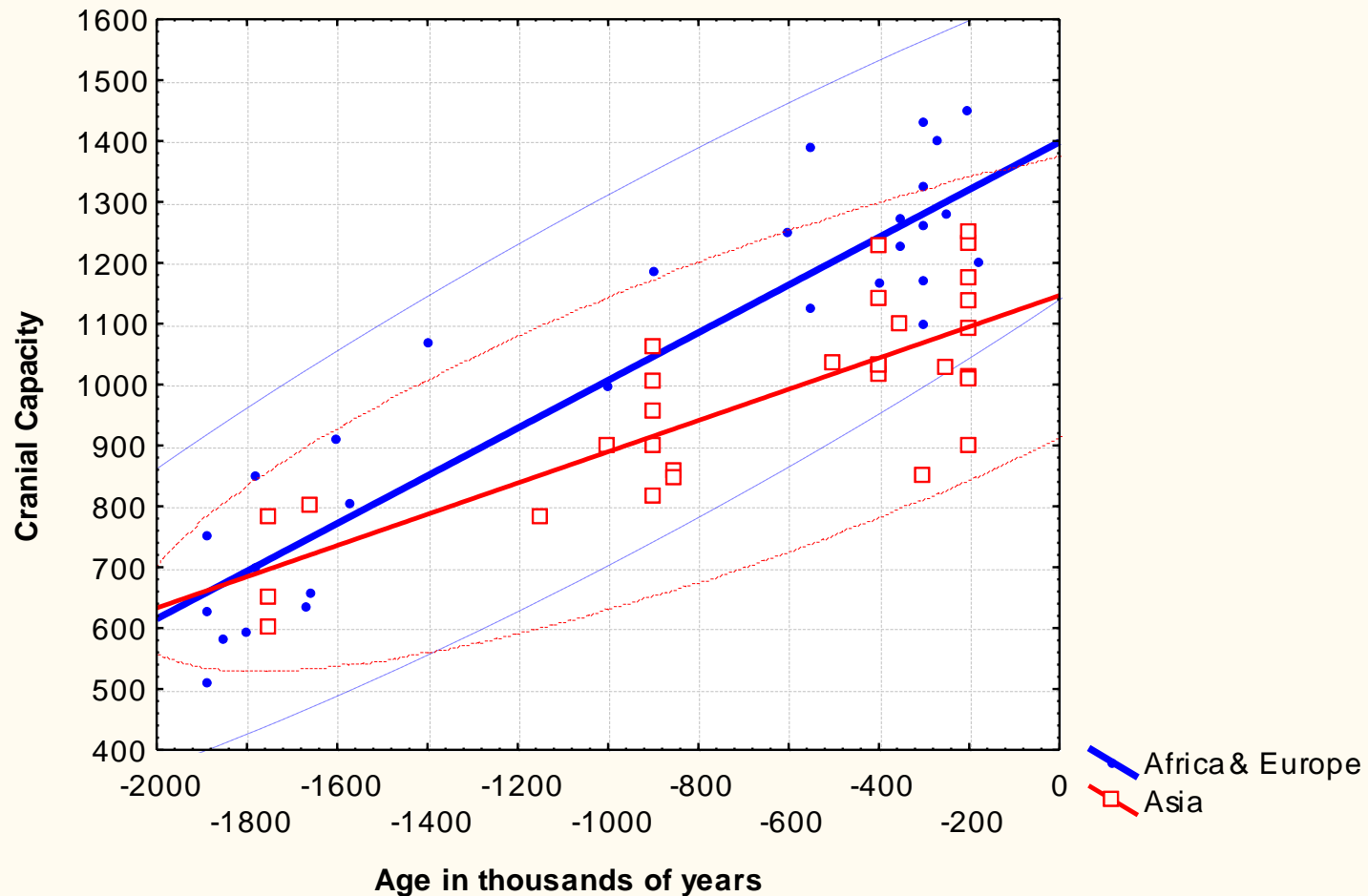


Regionální trendy v evoluci velikosti mozku rodu *Homo*

Evolution of Brain Size in genus *Homo*

$$\text{Africa and Europe: } CC = 1398,4968 + 0,3917 * x$$

$$\text{Asia: } CC = 1146,2474 + 0,2566 * x$$



Výška a hmotnost – variabilita a adaptace

- **Jasně je, že samotná výška a hmotnost poskytují celou řadu zajímavých údajů, avšak jednotlivě mají malou výpovědní hodnotu o míře adaptace populací**
- **Nepochybně je potřeba brát v úvahu i další faktory jako je robusticita a proporcionalita**
- **Rekonstrukce, encefalizčního kvocientu, ponderálních indexů jako je BMI a Rohrerův index je jednou z možností jak hodnotit míru adaptace u pravěkých populací**

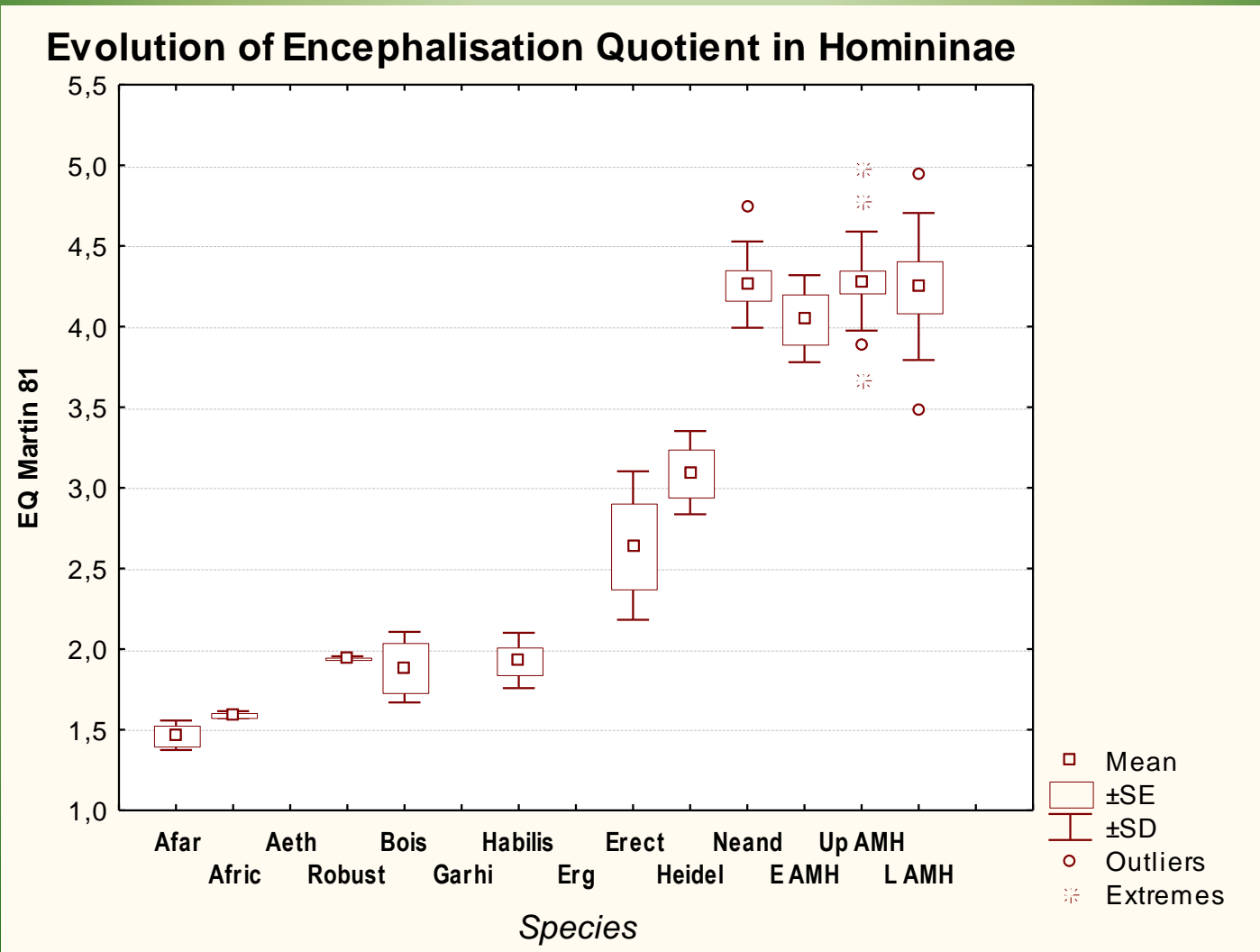
Relativní velikost mozku

- Pro evoluci hominidů je zásadní otázkou jak se měnil mozek v průběhu evoluce a jaká byla jeho absolutní i relativní variabilita s ohledem na typicky hominidní adaptace
- V evolučně biologických a evolučně antropologických studiích je nejpopulárnější encefalizační kvocient – relativní poměr mozku a hmotnosti v rámci určitých evolučních trendů – evoluce savců nebo primátů

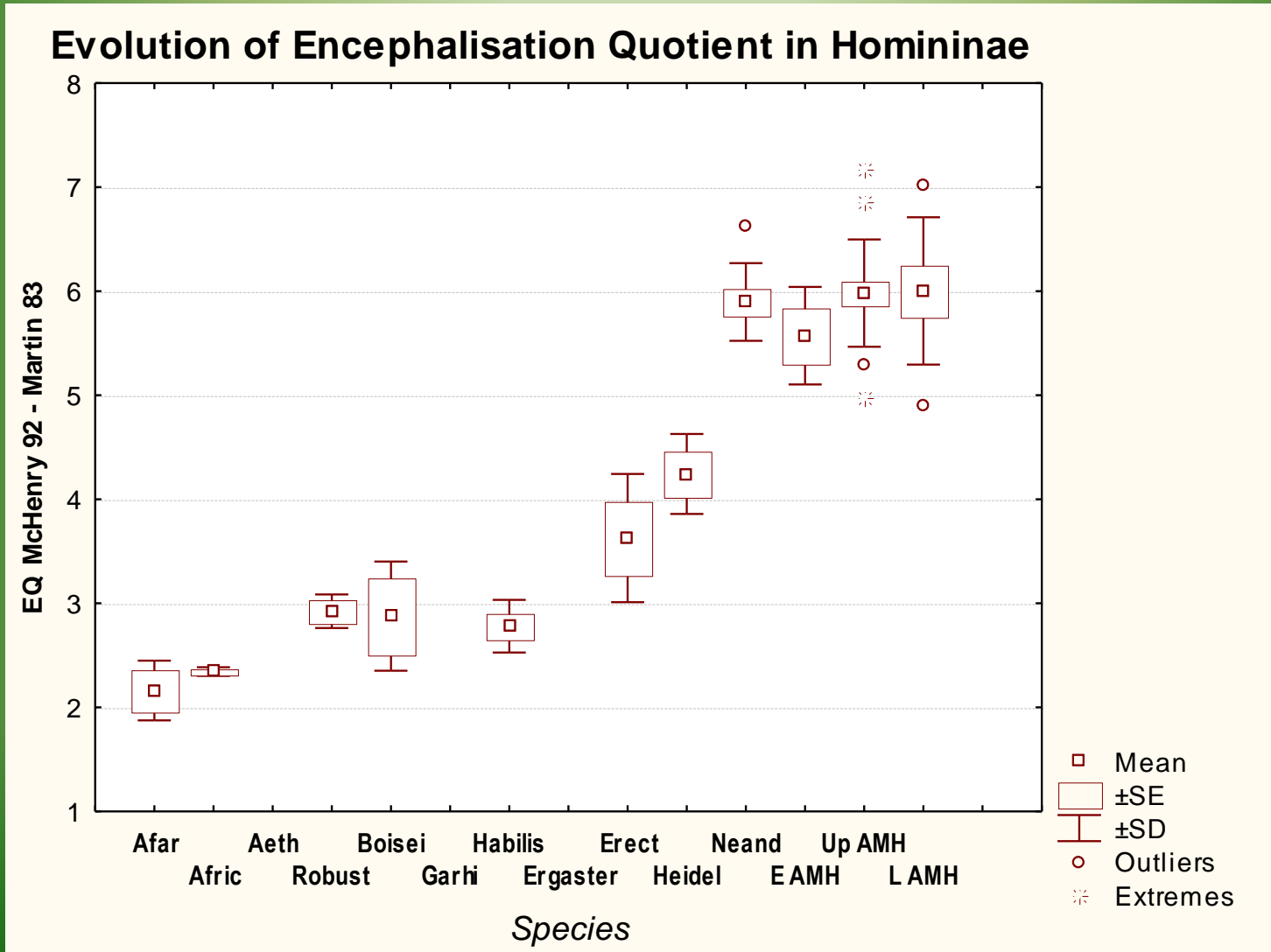
Výpočet encefalizačního kvocientu

- $E.Q.1 = \text{Objem mozku} / 0.0589 * (\text{hmotnost})^{0.76}$
Martin 1981 pro savce
- $E.Q.2 = \text{Objem mozku} / 0.48 * (\text{hmotnost})^{0.6}$
Martin 1983 pro primáty
- Další EQ byly zavedeny například Jerrisonem pro savce, eventuálně i obecnější skupiny, ale pro primáty nejsou nijak zvlášť přesné

EQ – hominidé – savčí rovnice



EQ – hominidé – primátí rovnice

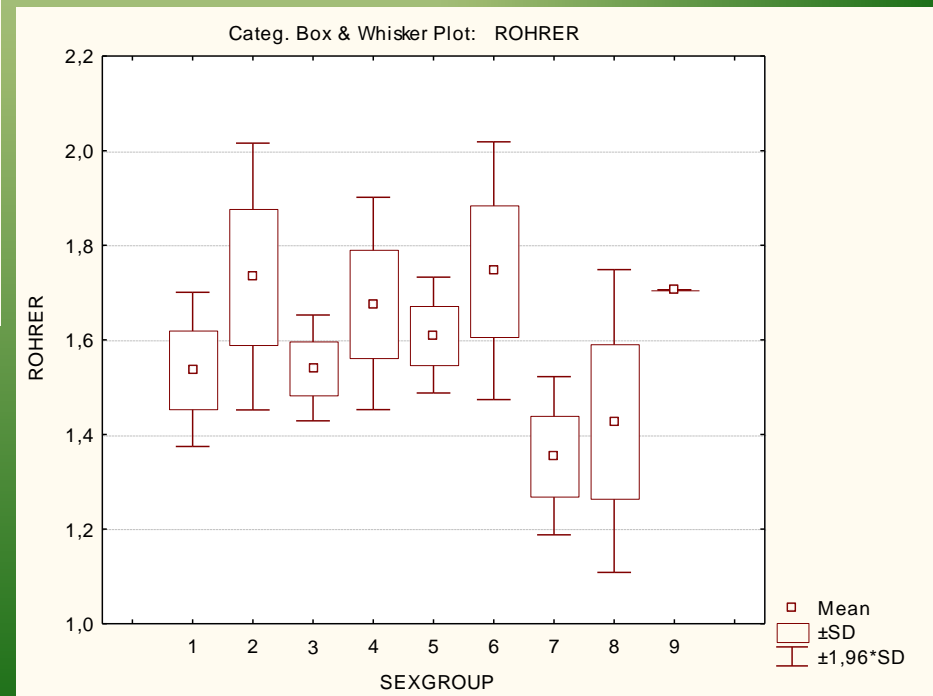
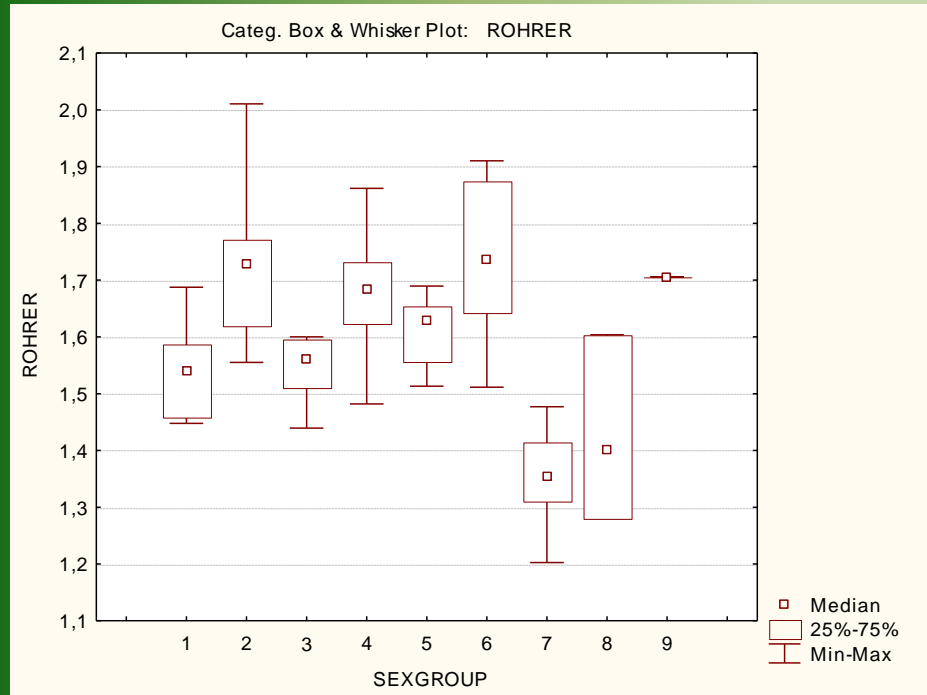


Skeletální ponderální indexy

- Ponderální indexy mohou dávat důležité informace o stavbě a proporcích těla
- Podle možností by ale měly být doplněny proporcemi končetin, ale čím starší tím horší informace
- Výško-váhový index = Výška [cm]/hmotnost [g]
- BMI = Výška [cm]/hmotnost [g]²
- Roherův index = Výška [cm]/hmotnost [g]³
- Livie index - hmotnost [g]^{0,33333}/výška [cm]

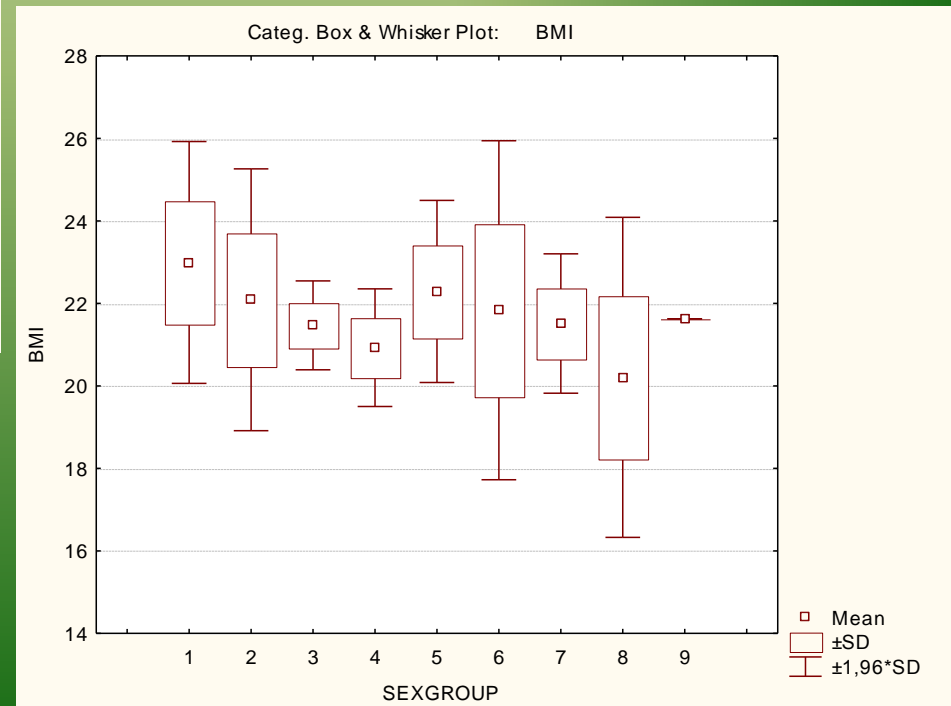
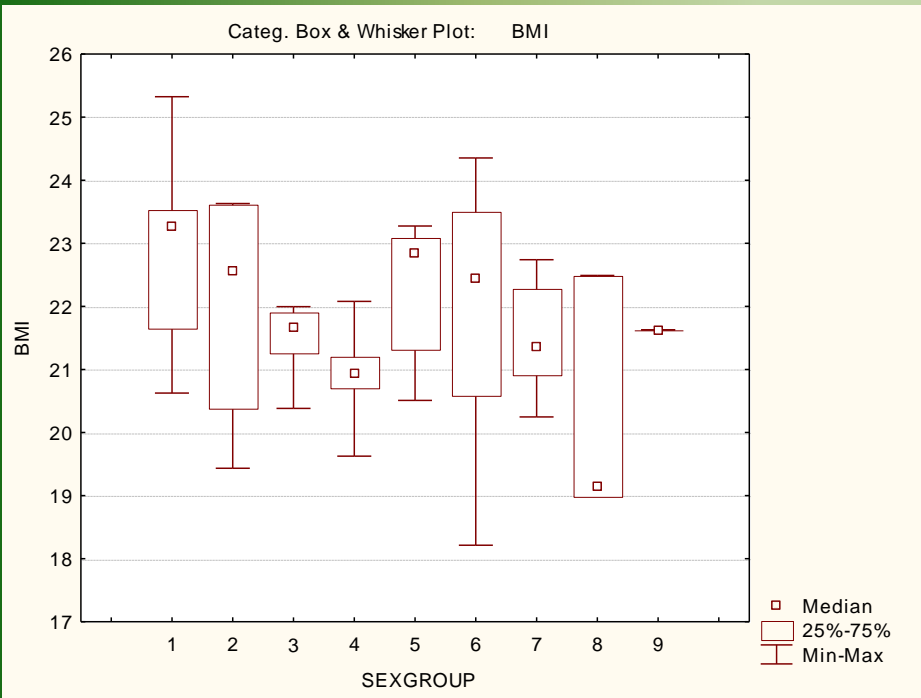
Rohrerův index – ranní hominidé

Pohlavní rozdíly



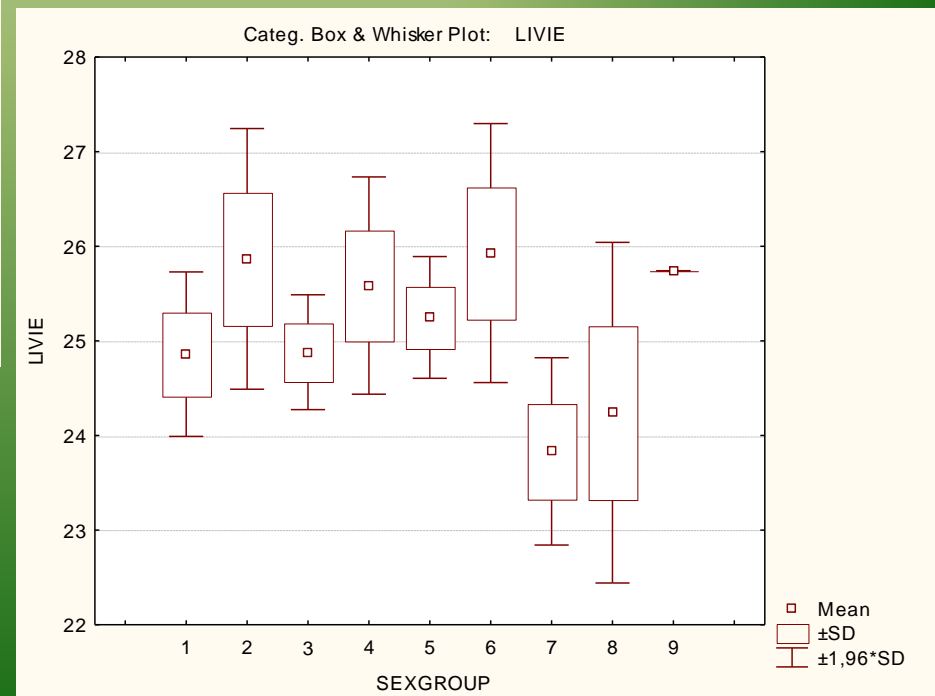
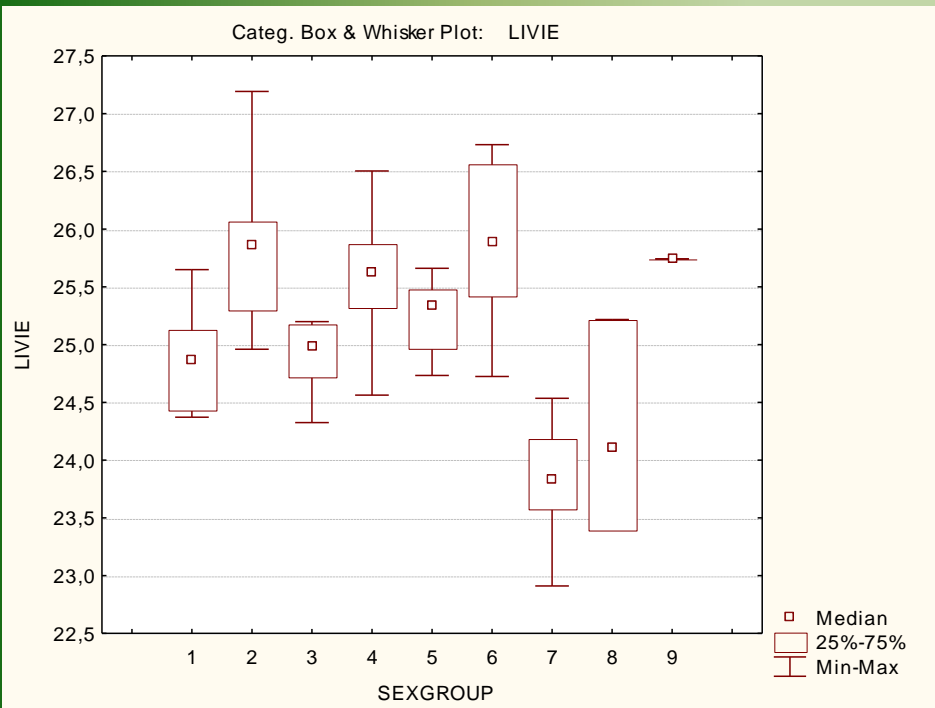
BMI index – ranní hominidé

Pohlavní rozdíly

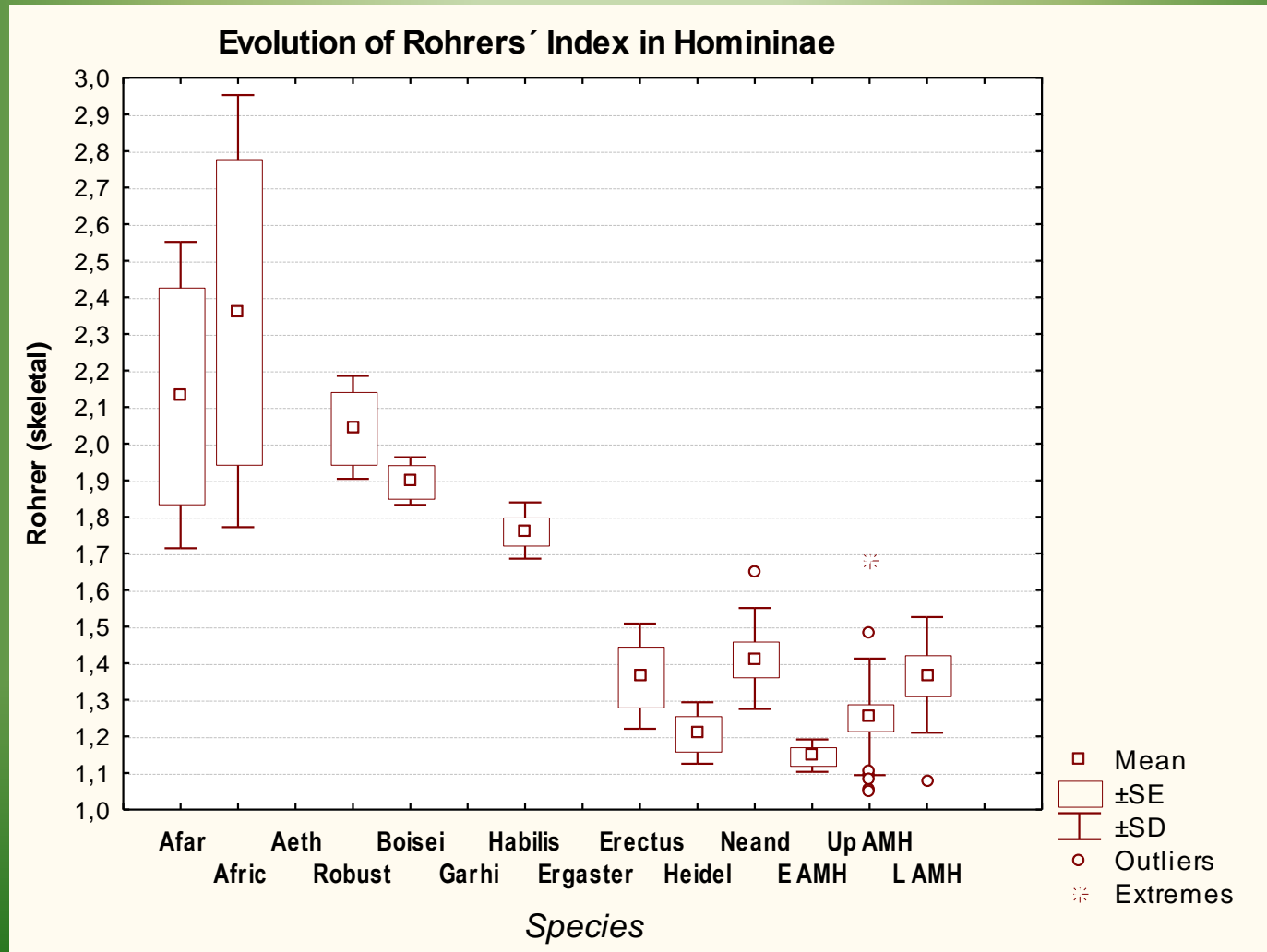


Livieho index – ranní hominidé

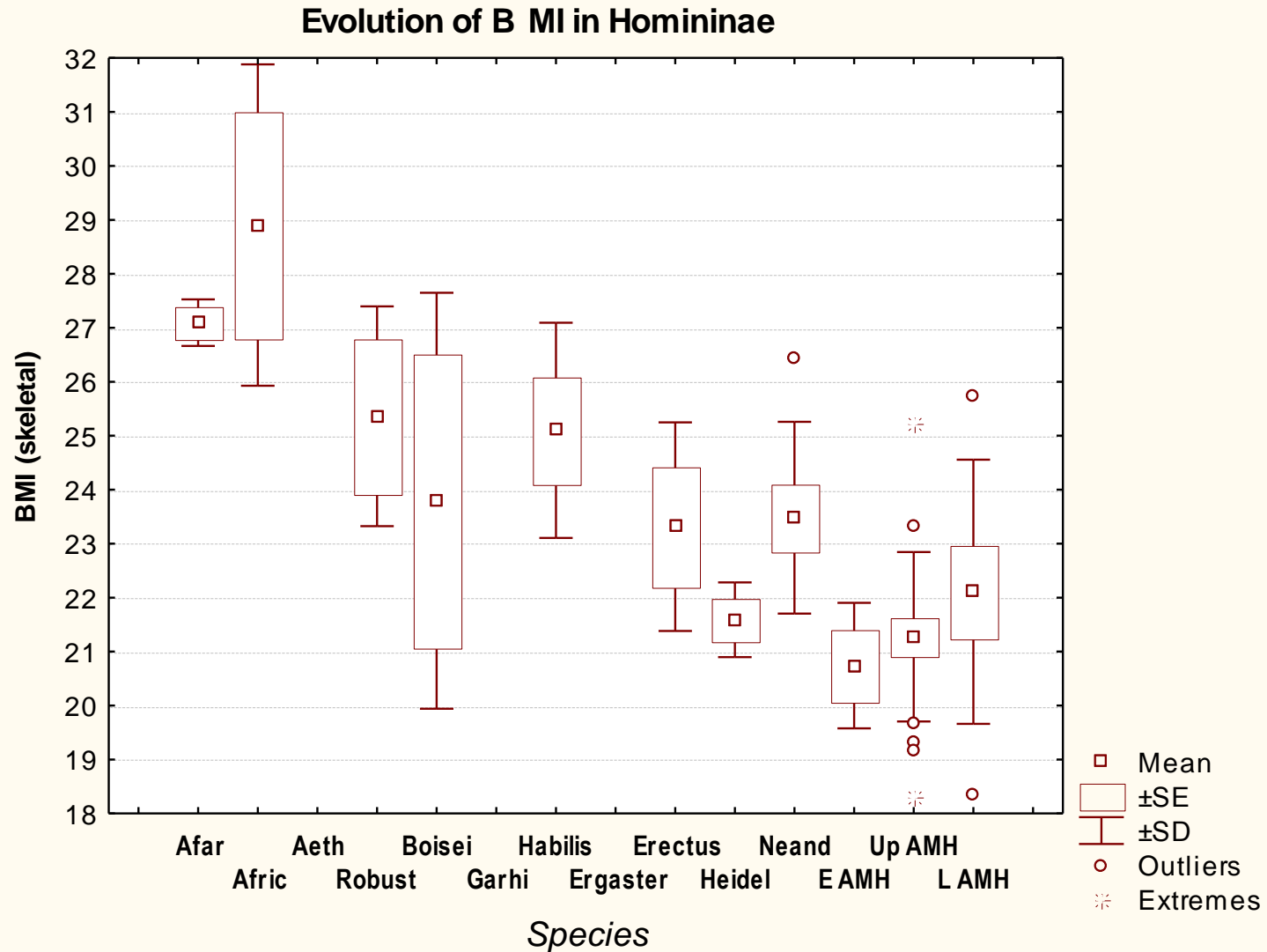
Pohlavní rozdíly



Rohrerův index - hominidé

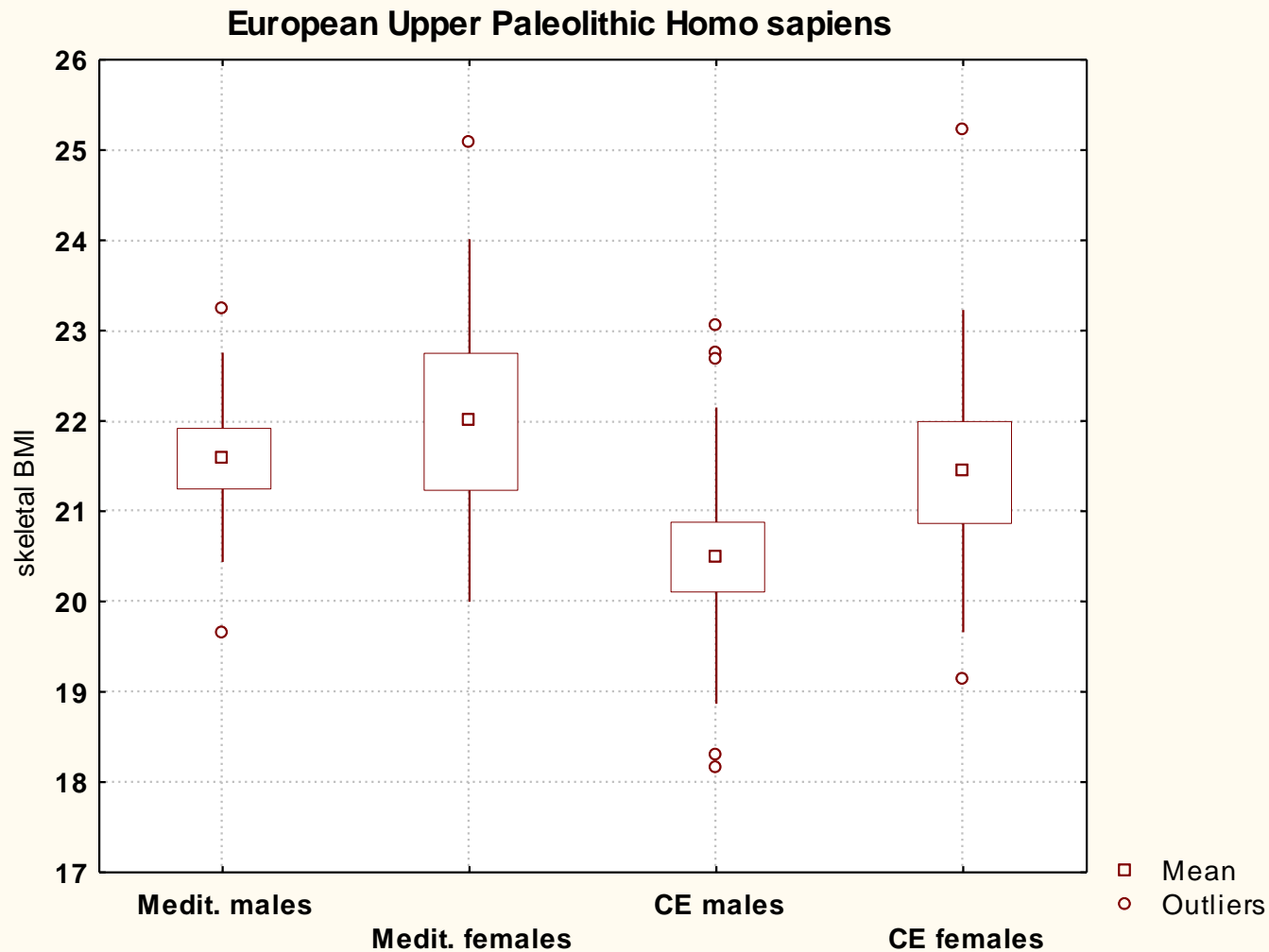


BMI index - hominidé



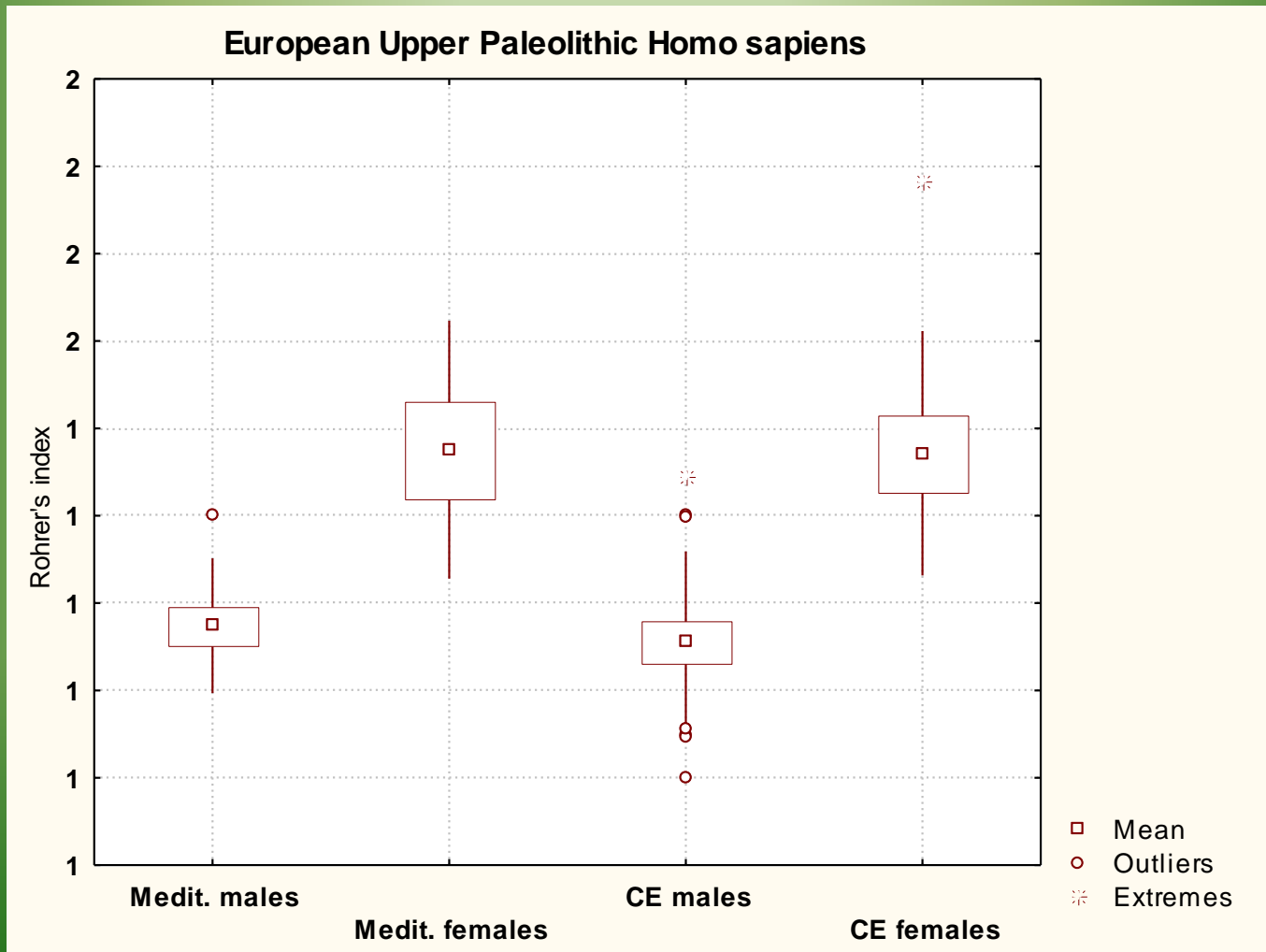
BMI index – svrchní paleolit

Pohlavní a regionální rozdíly



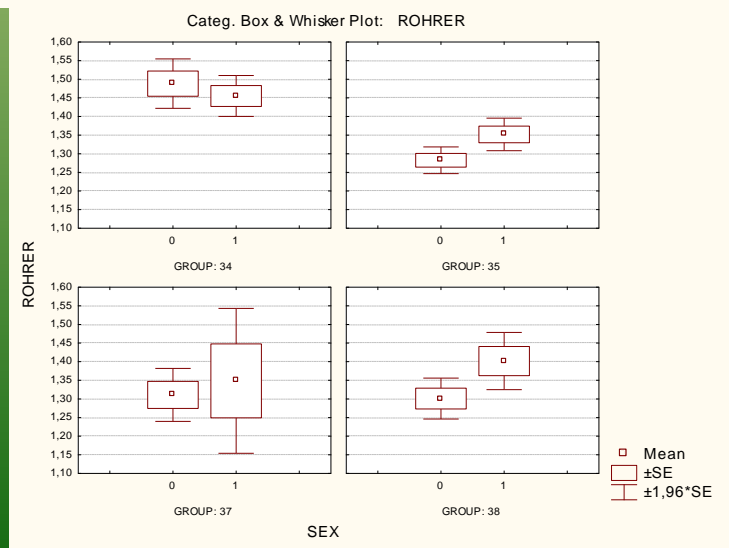
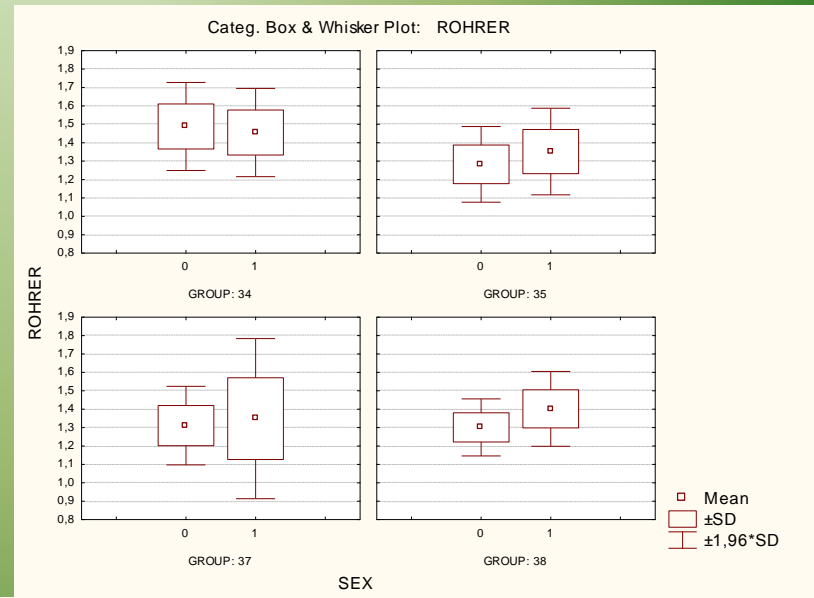
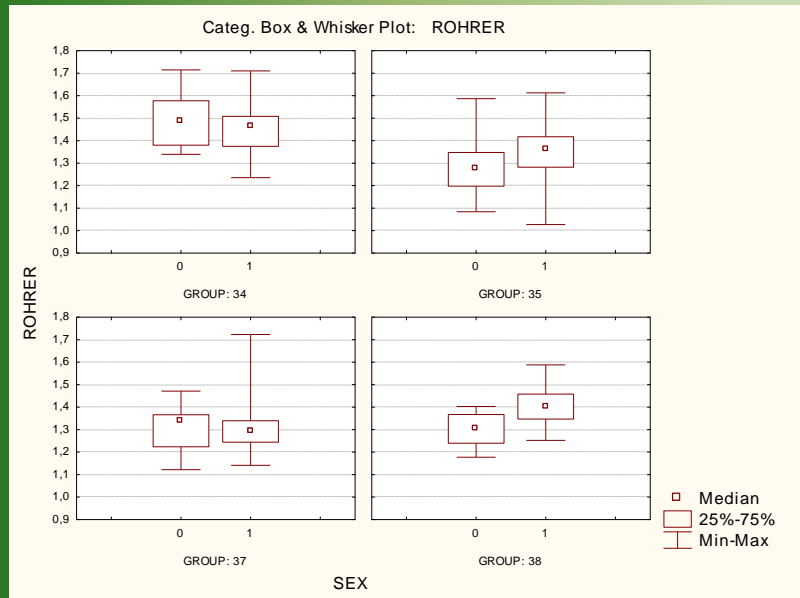
Rohrerův index – svrchní paleolit

Pohlavní a regionální rozdíly



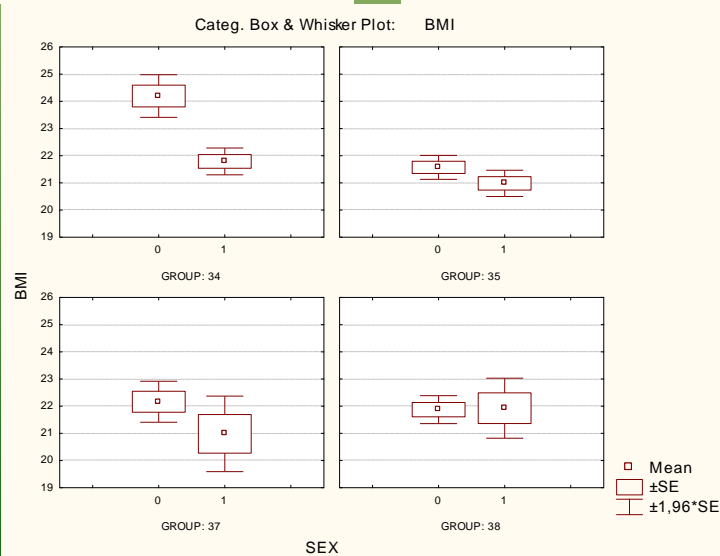
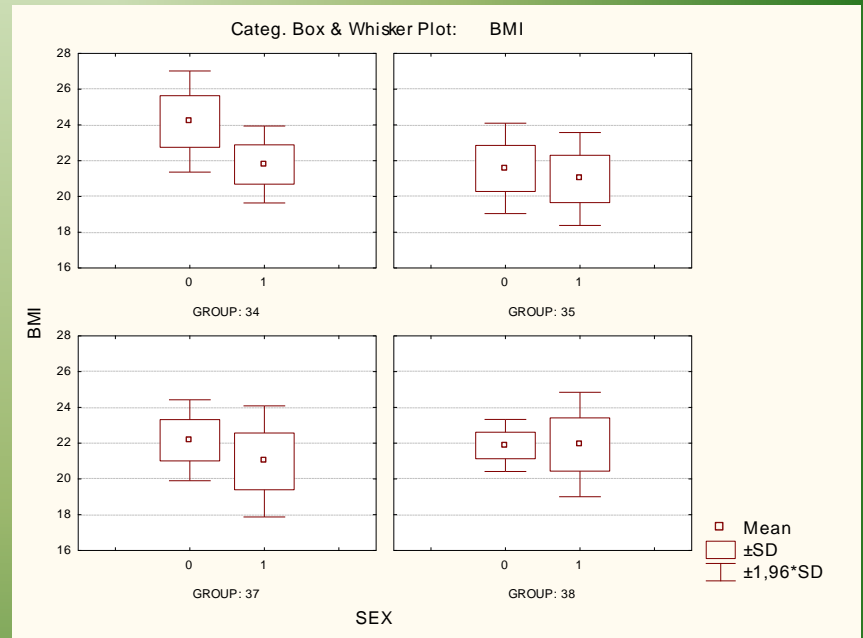
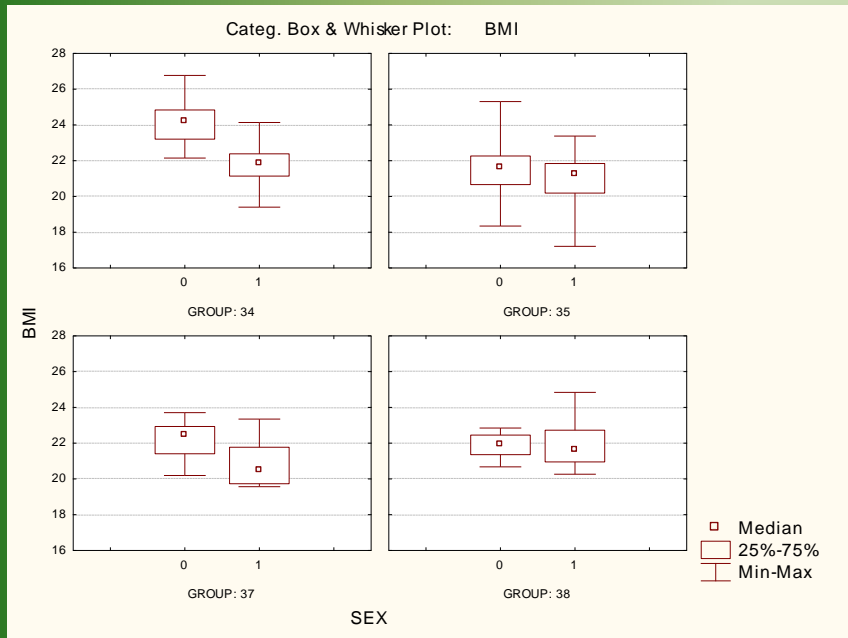
Rohrerův index – neolit

Pohlavní a populační rozdíly

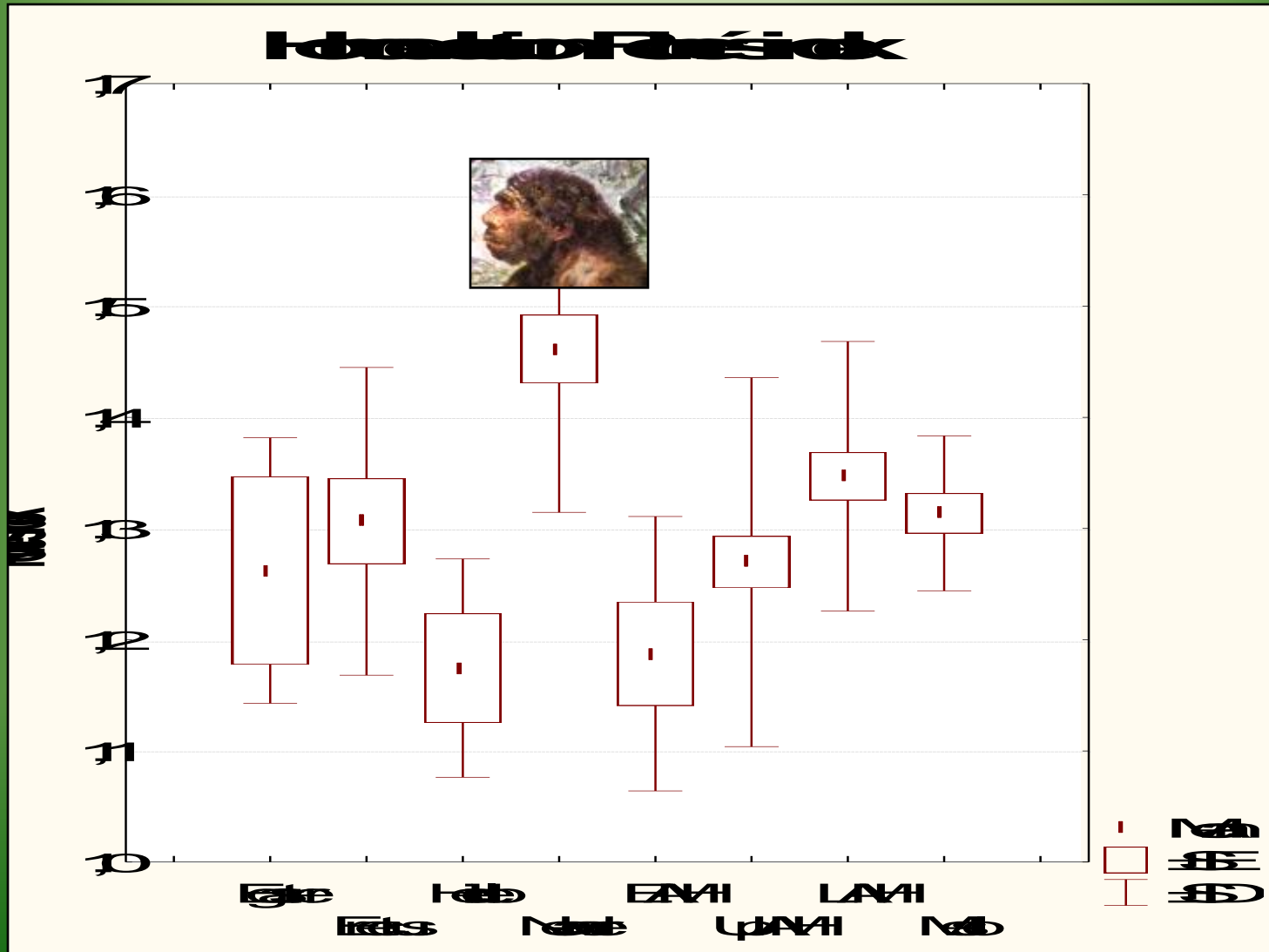


BMI index – neolit

Pohlavní a populační rozdíly



Evoluce rodu *Homo* – specifická stavba těla neandertálců



Variabilita variability a adaptace

- Při interpretaci variability a jejích změn z hlediska adaptací a adaptivních procesů je nezbytné vědět jaká je variabilita zkoumaného souboru, respektive ověřit si zda není tzv. variabilita souboru de facto statistický artefakt nebo prostě náhoda
- Proto musíme zkoumat jak je variabilita variabilní jak z hlediska biologického (empirické ověření) tak z hlediska použitých metod například statistických (testováním)

Variabilita variability a adaptace

- Pokud budeme postupovat korektně a obezřetně a jasně si stanovíme limity pro interpretaci, lze přinejmenším rámcově rekonstruovat i syntetické parametry jako je výška a hmotnost a z nich pak i proporční charakteristiky jako ponderální indexy a encefalizační kvocient
- Musíme se držet pravidel:
 - Čím starší tím méně přesný odhad
 - Čím mladší tím důkladnější musí být metody ověřující podstatu variability souboru

Variabilita variability a adaptace

- **Zkoumat variabilitu variability se vyplatí, protože víme v jakém rámci můžeme populační změny hodnotit jako změny adaptivní**
- **Pokud se budeme striktně držet zásad, tedy víme jak jsou naše vstupní data nepřesná, pak je možné i nepřesná data korektně využít pro rekonstrukci evolučních a adaptivních procesů**