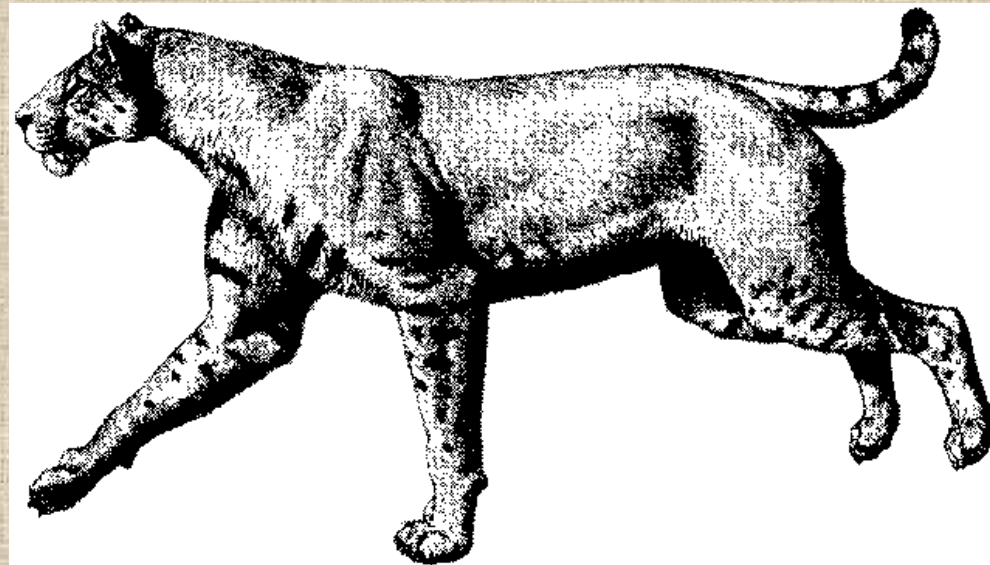


Základy osteologie

Miriam Nývltová Fišáková

Ústav fyziologie
Lékařská fakulta Masarykovy univerzity
Kamenice 5
62500 Brno
E-mail: miriam.nyvltova@med.muni.cz



CAMBRIDGE MANUALS IN ARCHAEOLOGY

Teeth

WOODWARD

Simon Millson



CAMBRIDGE MANUALS IN ARCHAEOLOGY

Birds

Dale Serjeantson

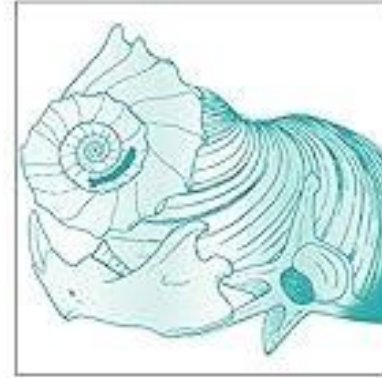


CAMBRIDGE MANUALS IN ARCHAEOLOGY

Zooarchaeology

Second Edition

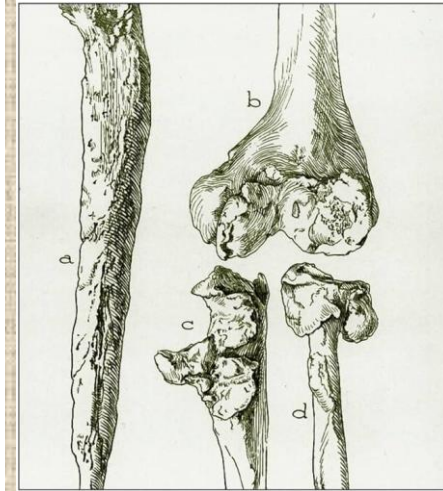
Elizabeth J. Reitz
Elizabeth S. Wing



CAMBRIDGE MANUALS IN ARCHAEOLOGY

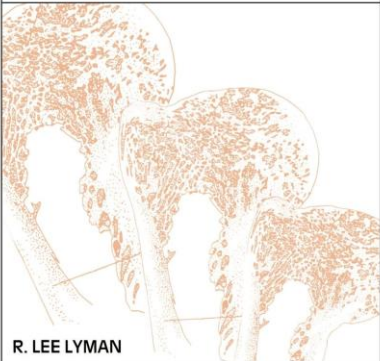
Palaeopathology

Tony Waldron



CAMBRIDGE MANUALS IN ARCHAEOLOGY

Vertebrate Taphonomy



R. LEE LYMAN

CAMBRIDGE MANUALS IN ARCHAEOLOGY

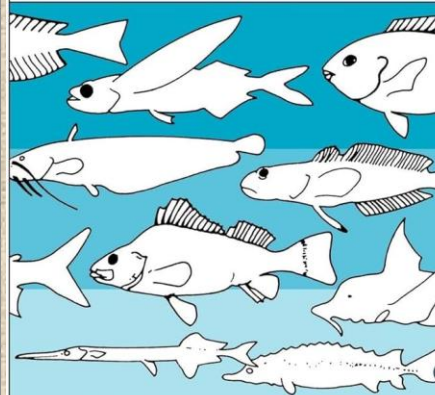
Shells



CHERYL CLAASSEN

CAMBRIDGE MANUALS IN ARCHAEOLOGY

Fishes

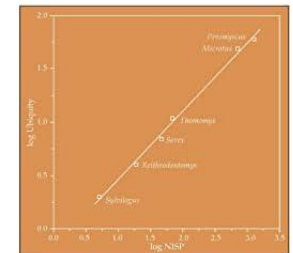


ALWYNE WHEELER AND ANDREW K.G. JONES

CAMBRIDGE MANUALS IN ARCHAEOLOGY

Quantitative Paleozoology

R. Lee Lyman



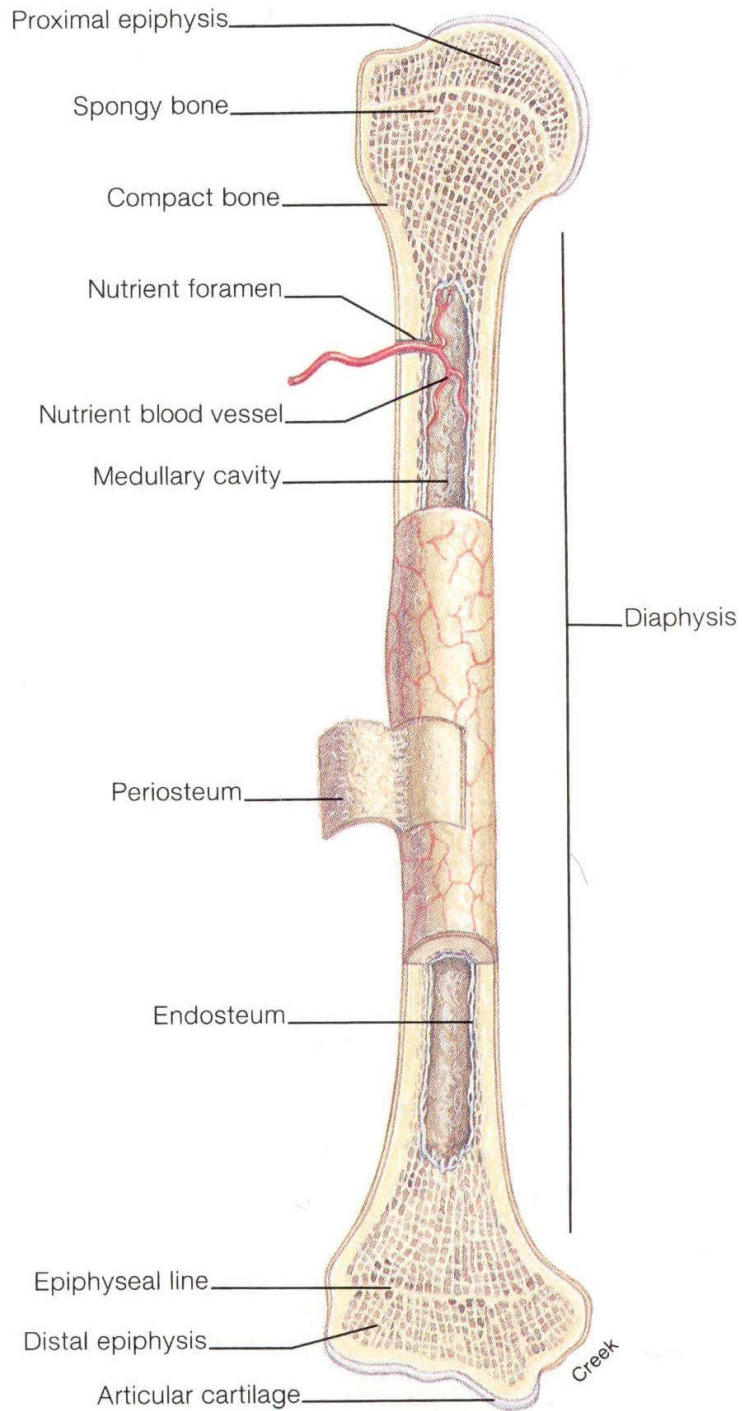
Kost (os) se řadí mezi pojiva a je druhem tkáně. Kosti jsou tvořeny tkání dvou základních forem:

a) **tkání hutnou** (*substantia compacta*), která zpravidla tvoří povrch kosti

b) **kostní trámčinou** (*substantia spongiosa*), která je v nitru kosti. Je tvořena trámečky, které vytvářejí prostorovou síť.

Na povrchu je kost krytá **okosticí** (*periosteum*).

Stavba dlouhé kosti



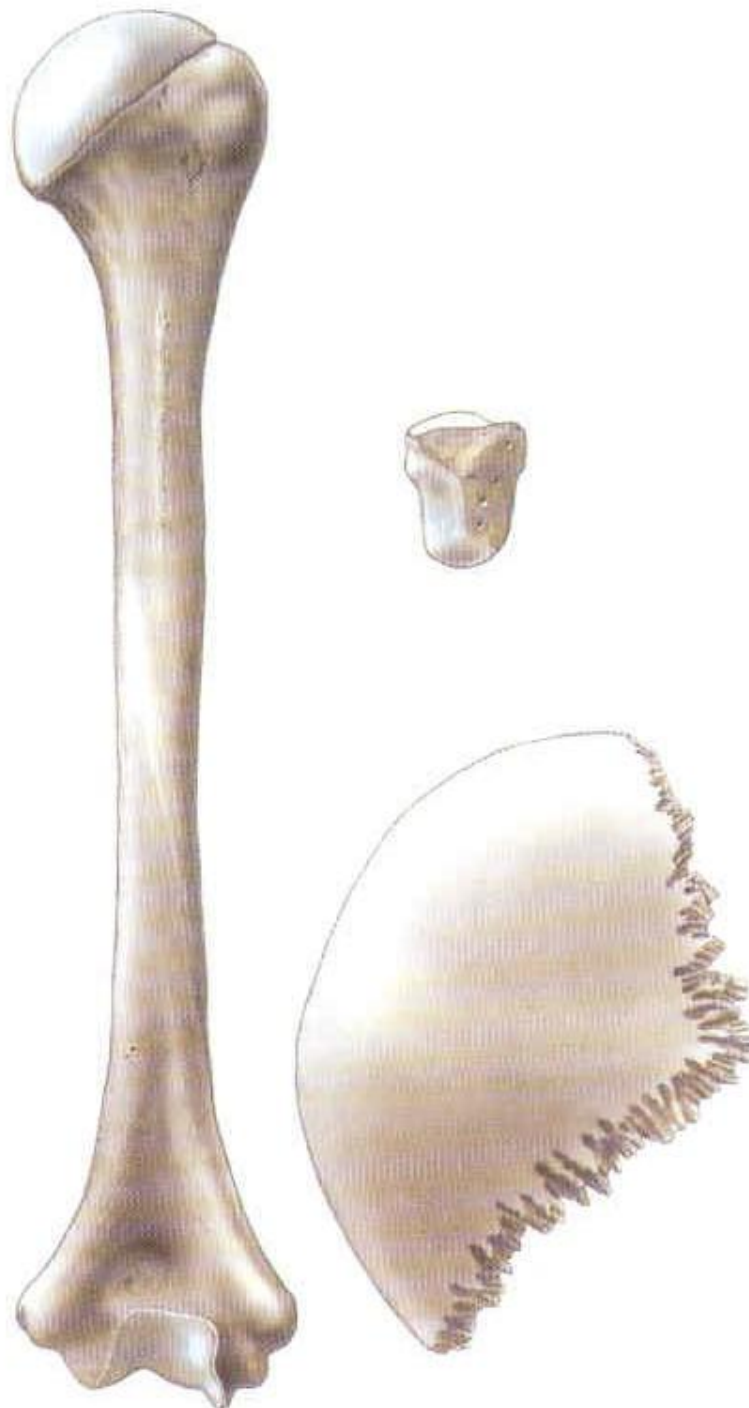
Podle tvaru rozeznáváme tři typy kostí:

a) **dlouhé kosti.** Dlouhé kosti mají dlouhé tělo (*diafýzu*), s dutinou (*cavitas medullaris*) uvnitř. Na obou koncích diafýzy jsou kloubní zakončení (*epifýzy*). Na povrchu je tenká vrstva kompaktní kosti a uvnitř je trámčina.

b) **krátké kosti.** Krátké kosti mají tenkou vrstvu kompaktní kosti, uvnitř je spongióza (např. obratle)

c) **ploché kosti.** Ploché kosti mají na zevním a v případě existence vnitřního povrchu i zde vrstvu kompaktní kosti (*lamina externa et interna*). Mezi nimi je spongióza zvaná *diploe* (např. lebeční kosti).

Druhy kostí



Zuby (*dentes*)

Na stavbě zubu se podílejí tři mineralizované tkáně:

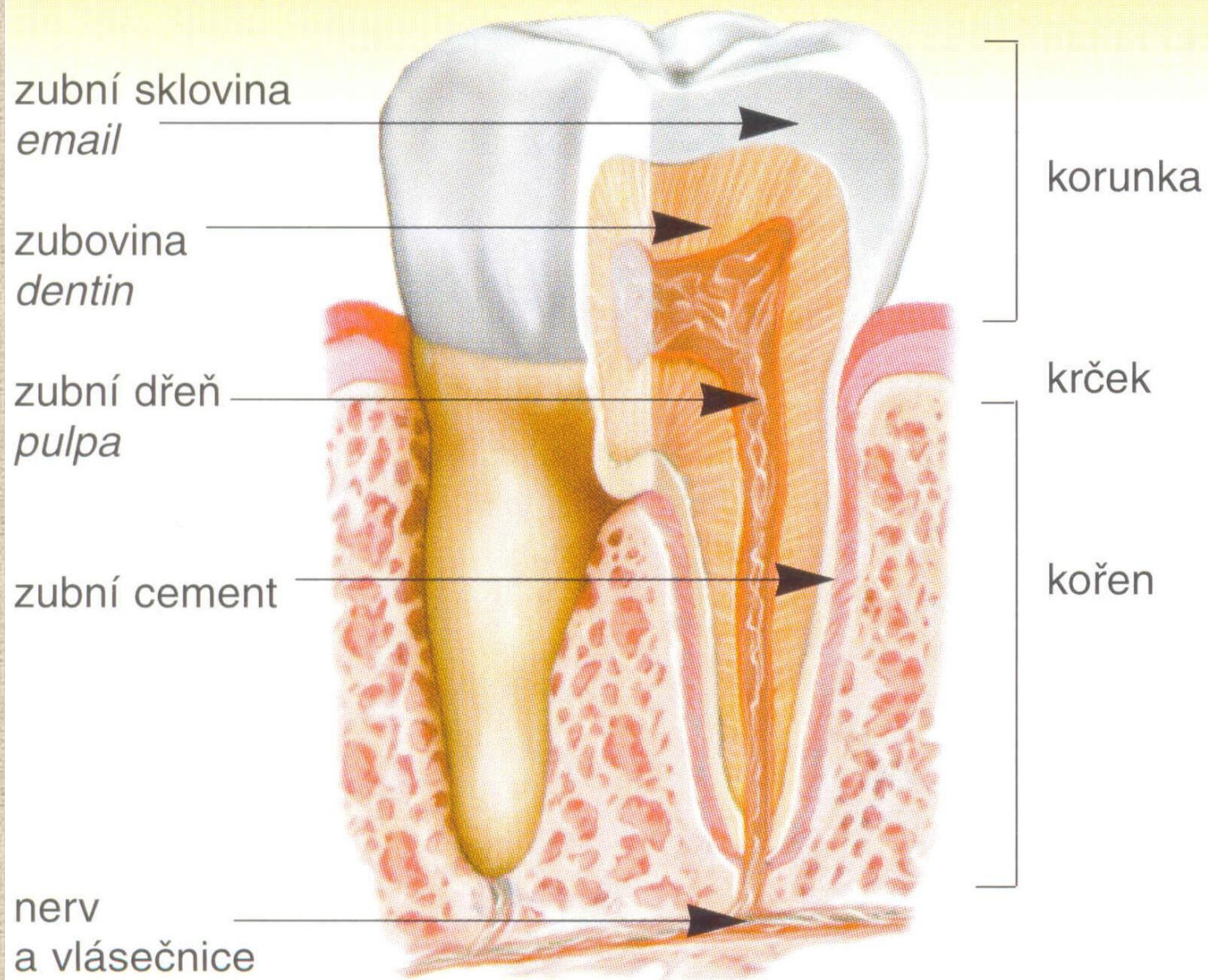
- 1) **sklovina**, která kryje korunku
- 2) **dentin**, tvořící hlavní hmotu zubu
- 3) **cement**, který pokrývá krček a kořen zubu

Na zubu se rozeznávají tyto útvary:

- 1) **korunka** (*corona dentis*)
- 2) **krček** (*collum dentis*)
- 3) **kořen** (*radix dentis*)

Uvnitř zubu je dřeň (*pulpa dentis*), což je měkká tkáň obsahující krevní cévy a nervy. Zub je v alveolu upevněn systémem vláken, zvaných ozubice (*periodontinum*).

Stavba zubu.



Typy zubů:

- 1) řezáky (*dentes incisivi*)
- 2) špičáky (*dentes canini*)
- 3) třenové zuby (*dentes praemolares*)
- 4) stoličky (*dentes molares*)



řezáky
dentes incisivi



špičáky
dentes canini



zuby třenové
dentes premolares



stoličky
dentes molares



Vyzvedávání koster velkých obratlovců z nezpevněných hornin

Nezpevněné horniny:

- jíly
- spraše
- štěrky

V těchto horninách nečiní potíže odkrytí kostí, problém začíná v okamžiku, když chceme fosilii vyzvednout, protože kosti jsou často křehké a okolní nezpevněná hornina není dostatečnou oporou. Pro tento případ se používá technika sádrového nebo polyuretanového obalu.

**Říční písky a štěrky,
Lokalita Eppelsheim
(Německo)
sp. miocén**





**lokalita Dolní Věstonice,
Jižní Morava
svrchní pleistocén
Sídliště „lovců mamutů“**



Postup je následující:

- a) fosilii odkrýváme vždy shora
- b) po částečném odkrytí vykopeme kolem hluboký zářez. Zářez musí být hlubší než je přepokládaná tloušťka fosilie.
- c) část, která zůstane v terénu, se podhrabe tunely, kolmými k ose kostry. Počet tunelů se řídí velikostí nálezů. Sloupy, které zůstanou mezi tunely se postupně ztenčují až po určitou hranici. Je nutno postupovat velmi opatrně.
- d) fosilii je nutno před přiložením sádrových obalů zdokumentovat fotograficky, změřit ji a pořídit náčrt celé nálezové situace. Na fragmenty kostí namalujeme čáry kolmé ke směru zlomů nejlépe barevně. Pokud fosilie leží v anatomické poloze, tak žebra a obratle označíme pořadovými čísly, aby se v laboratoři jednotlivé kusy dobře skládaly.
- e) na připravenou fosilii začneme přikládat vlhký novinový papír. Na papír přikládáme vrstvu gázy namočené v sádrové kaši. Pokud má nález více jak 50 cm, tak ho zpevníme dřevěnými trámky nebo tyčemi na míru, které se přisádrují.
- f) po ztvrdnutí sádry podsekneme sloupky a celý blok se vyzvedne.

Získávání kosterního materiálu z nezpevněných hornin

Plavení makrofosilií

Tato technika se používá pro získání vzácných drobných fosilních obratlovců. Množství vyplaveného materiálu se mnohdy blíží tunám. Většinou se plavení provádí v terénu (u vodních toků a nádrží) a nebo tam, kde je možné napojit hadice. Rozměry sít jsou 50 x 40 cm a napínají se do rámců s prkének, aby se zamezilo únikům fosilií. Oka sít jsou 1-5 mm.

Pokud sediment obsahuje hrubší materiál, tak se použijí hrubší a jemnější síta, která se dají pod sebe. Výplav se suší buď na sítěch a nebo na hrubé tkanině. Po vysušení se dá výplav do krabiček a označí. Vybírání výplavu provádíme pod binokulární lupou a pinzetou.

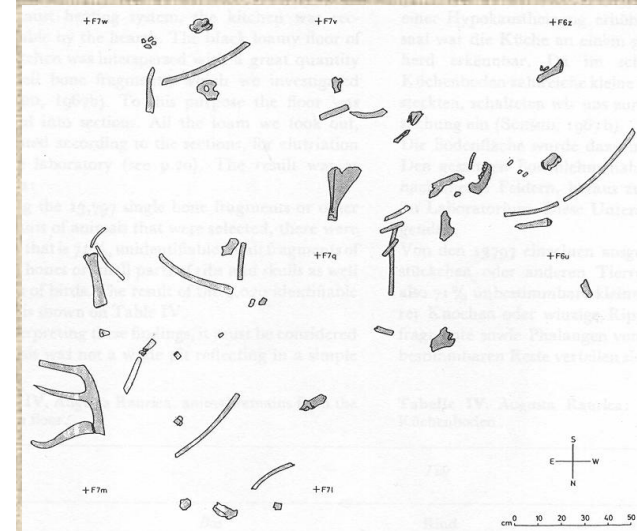
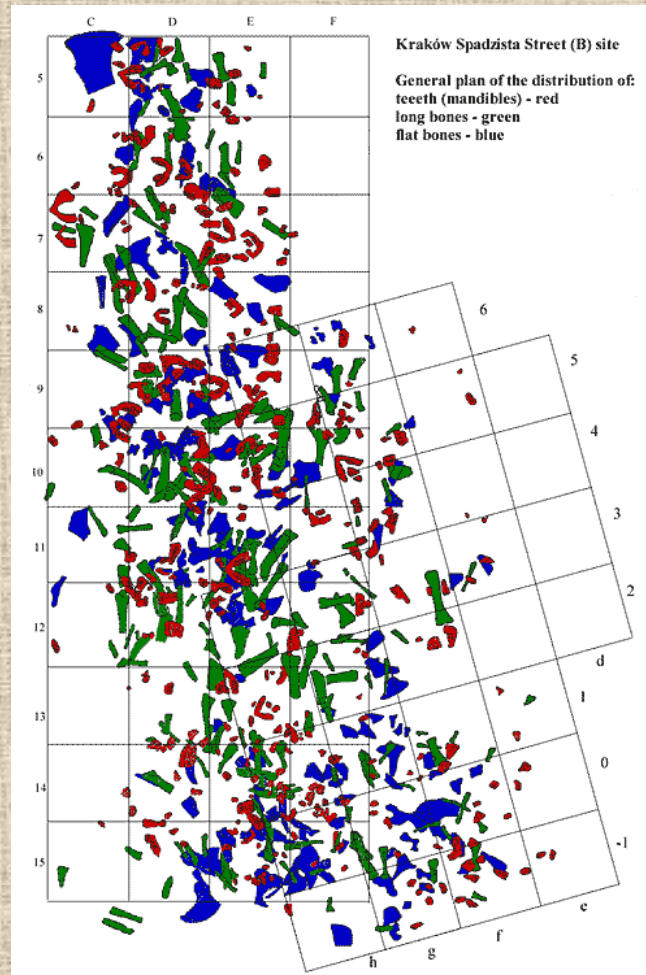
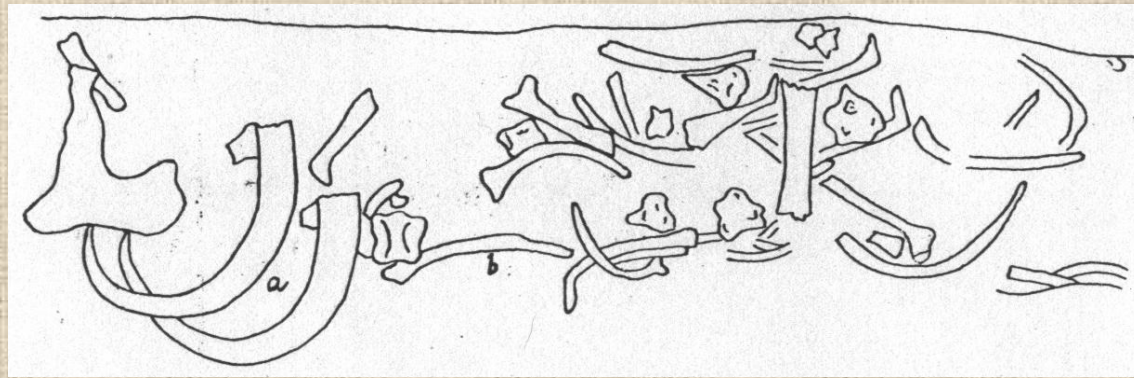
Plavení



**zakreslování nálezů
lokalita Dorn-Dürkheim,
Německo
hranice pliocén/pleistocén**



Zakreslování nálezů

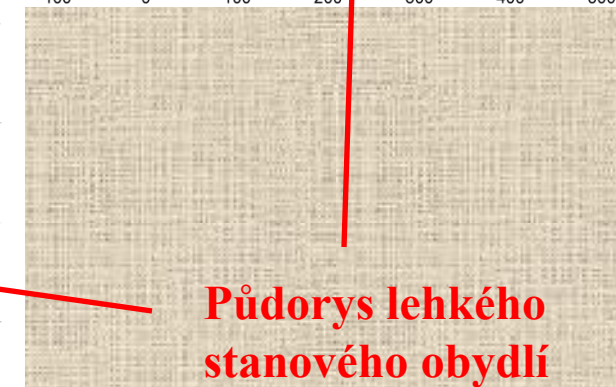
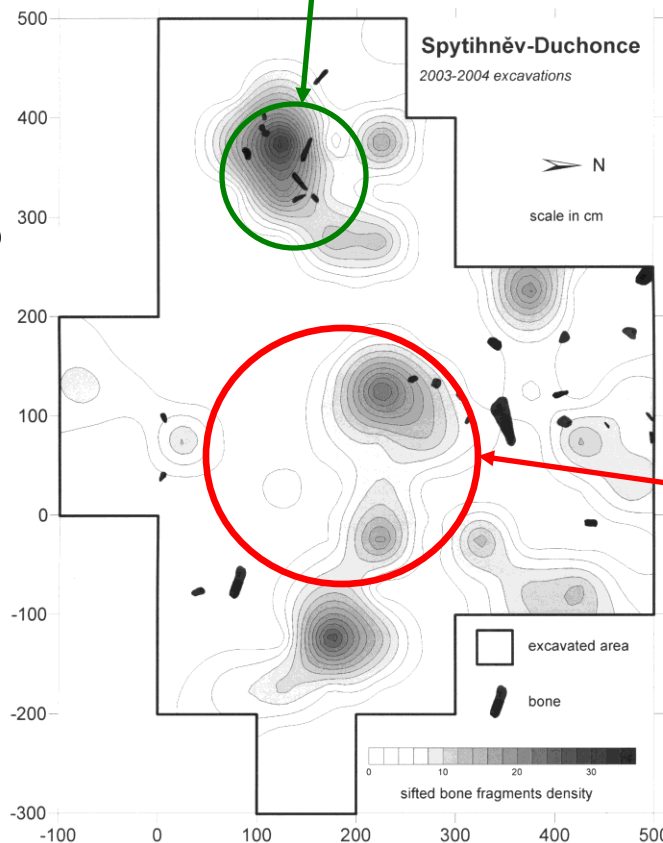
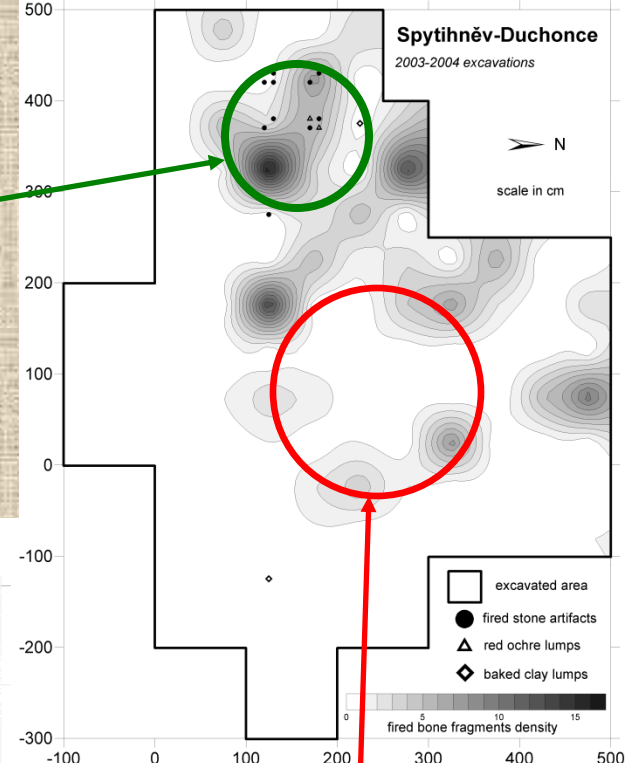
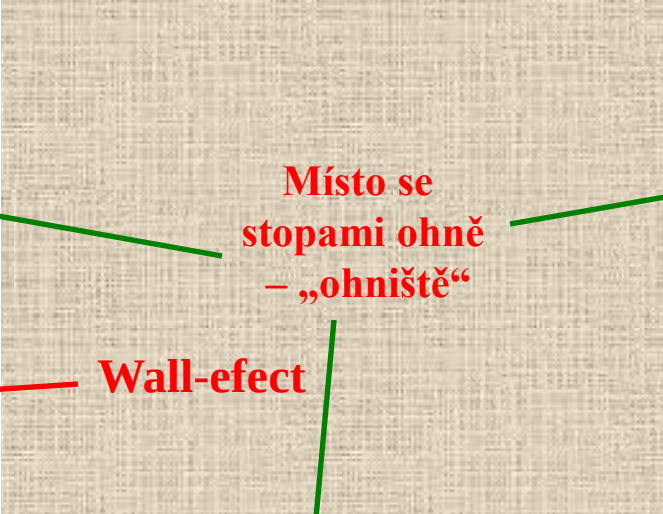
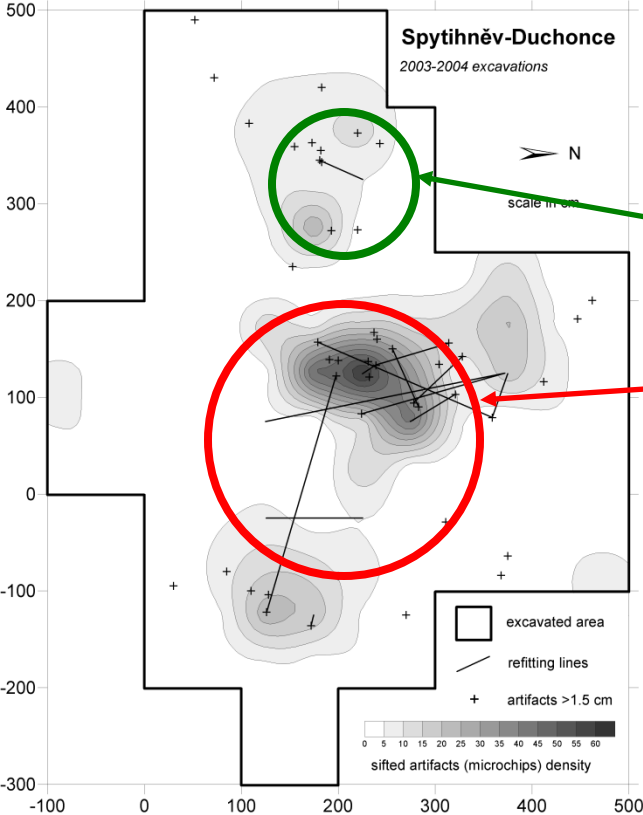




Zaměřování nálezů pomocí totální stanice

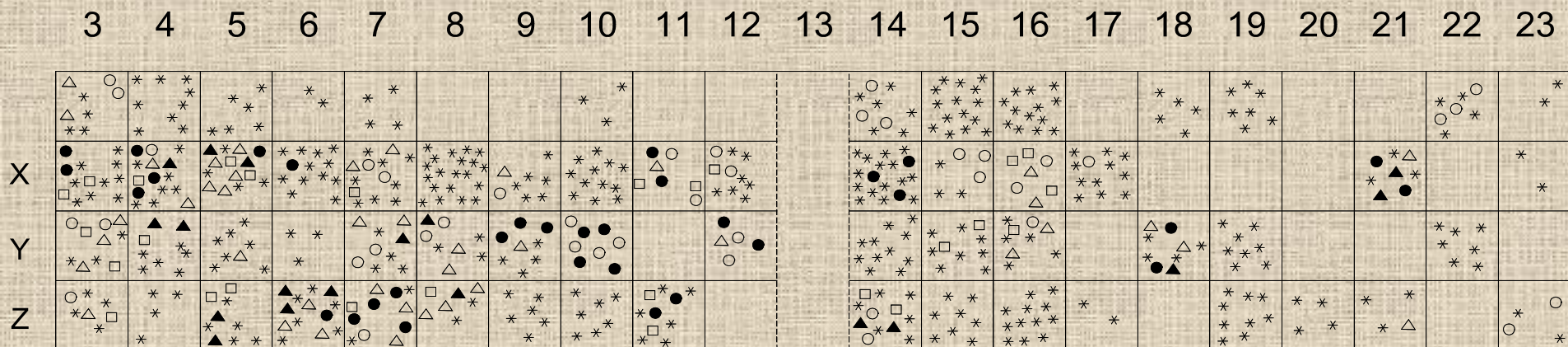


Planigrafie



Planigrafie

Prostorové rozmístění kostí na lokalitě DV II – SZS (1987)



- * *Mamuthus primigenius*
- △ *Alopex lagopus* a *Vulpes vulpes*
- *Canis lupus*
- *Lepus timidus*
- *Rangifer tarandus*
- ▲ *Equus germanicus*

Určení stáří kosterního materiálu - stratigrafie

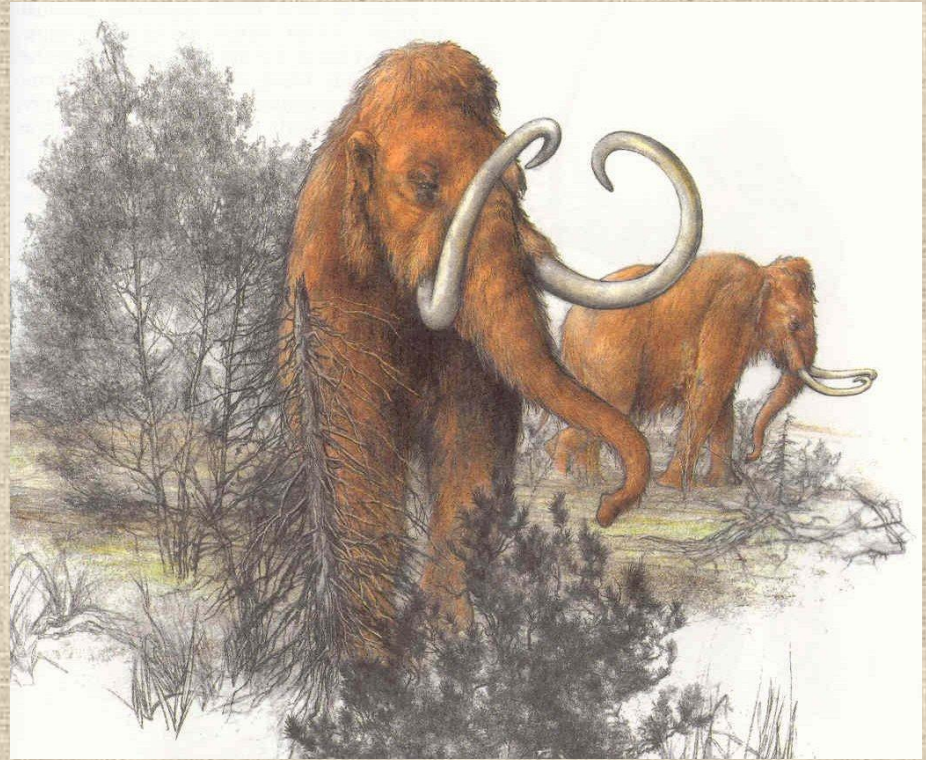


Zvířátka, která lze najít na archeologických lokalitách

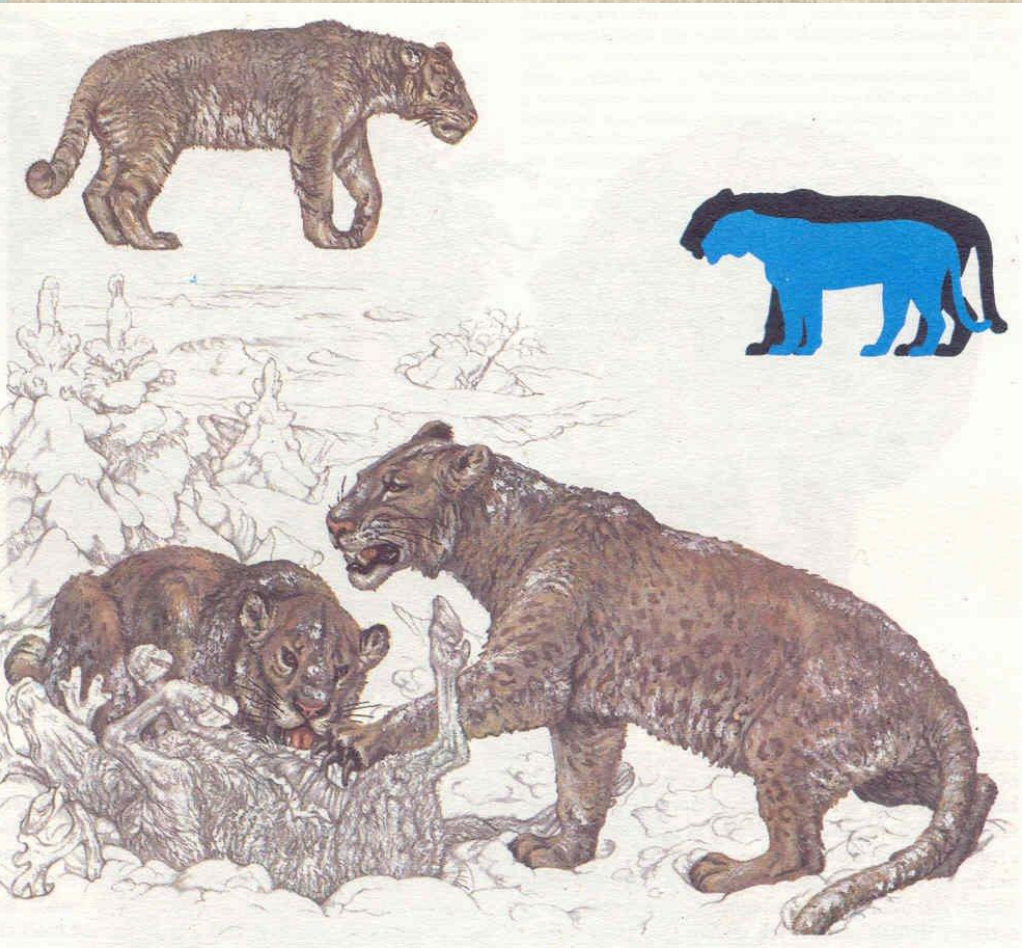
Paleolit



Nosorožec srstnatý



Mamut srstnatý



Lev jeskynní



Medvěd jeskynní

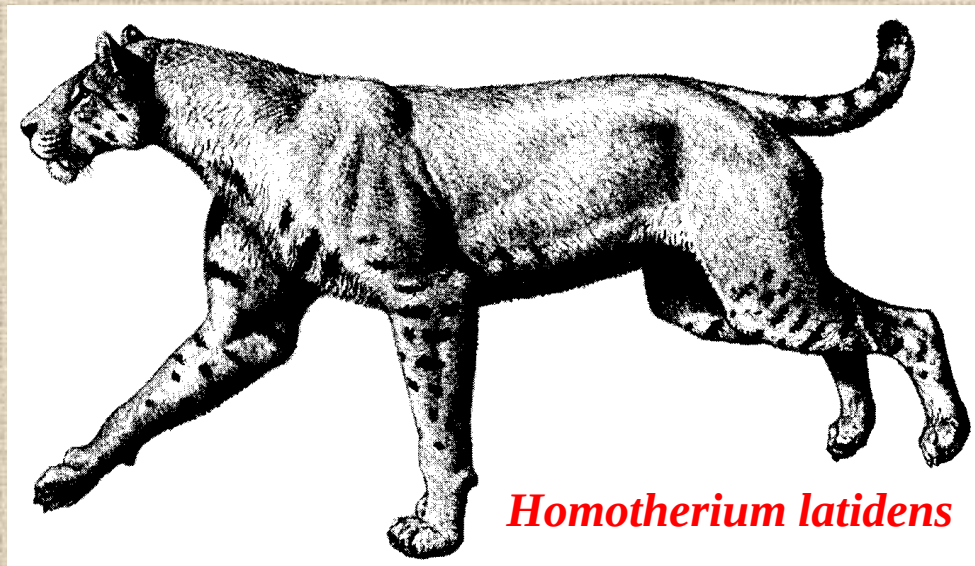
Megaloceros





Hroch obojživelný.

Mammuthus meridionalis



Homotherium latidens

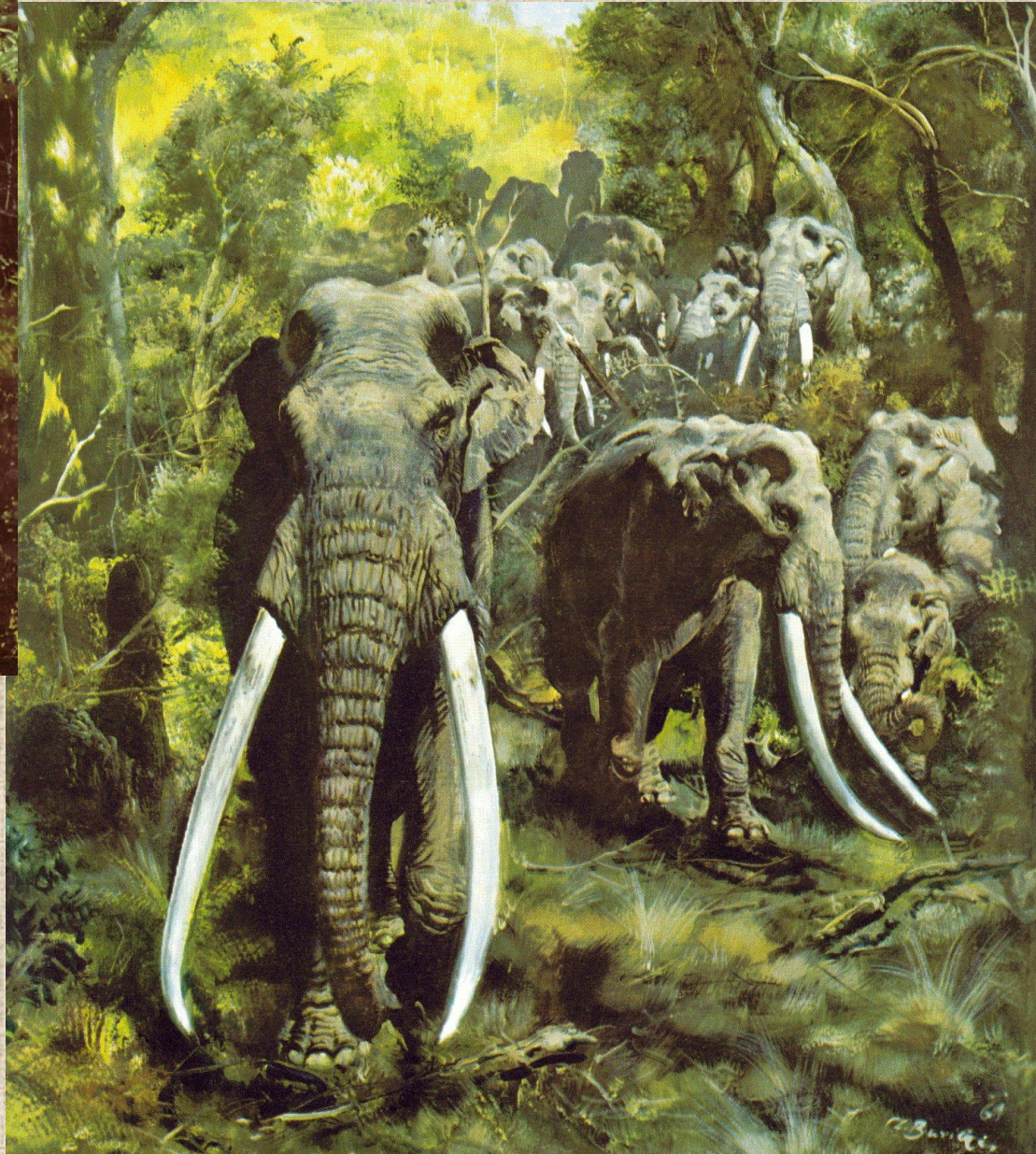
Smilodon

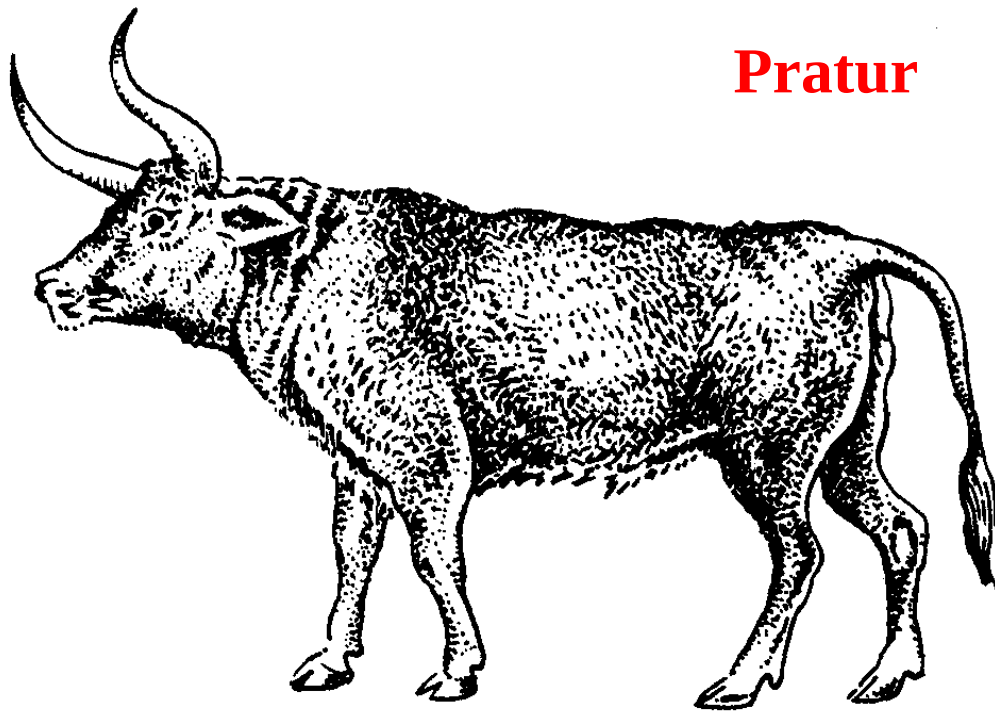


Paleoloxodon antiquus



Dicerorhinus etruscus

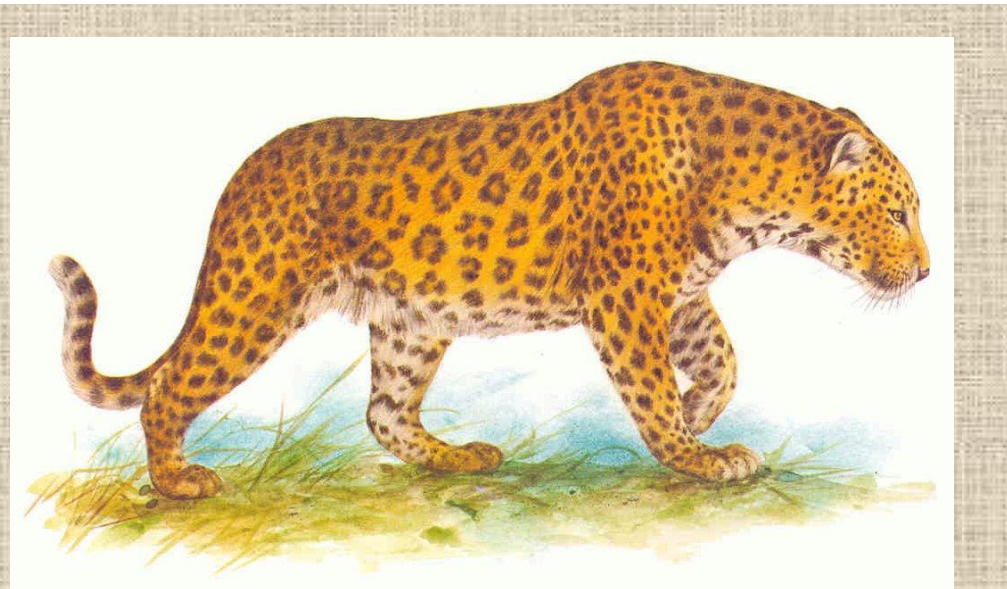




Pratur



Jezevec



Levhart



Zubr



Hyena jeskynní



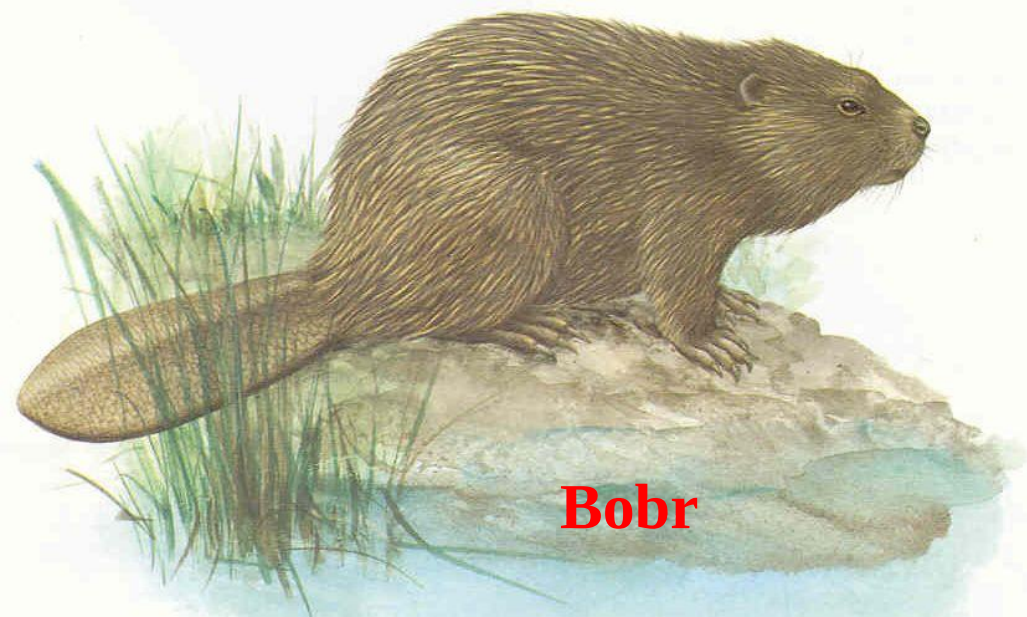
Sněžný zajíc



Rosomák



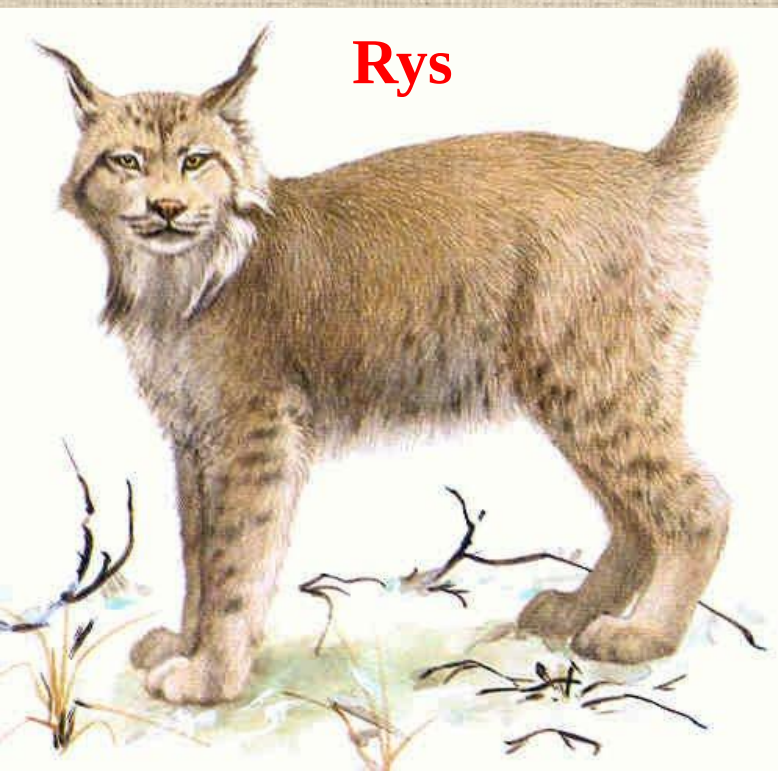
Liška polární



Bobr



Kuna



Rys



Jelen lesní

Osel



Kůň sprašový



Los

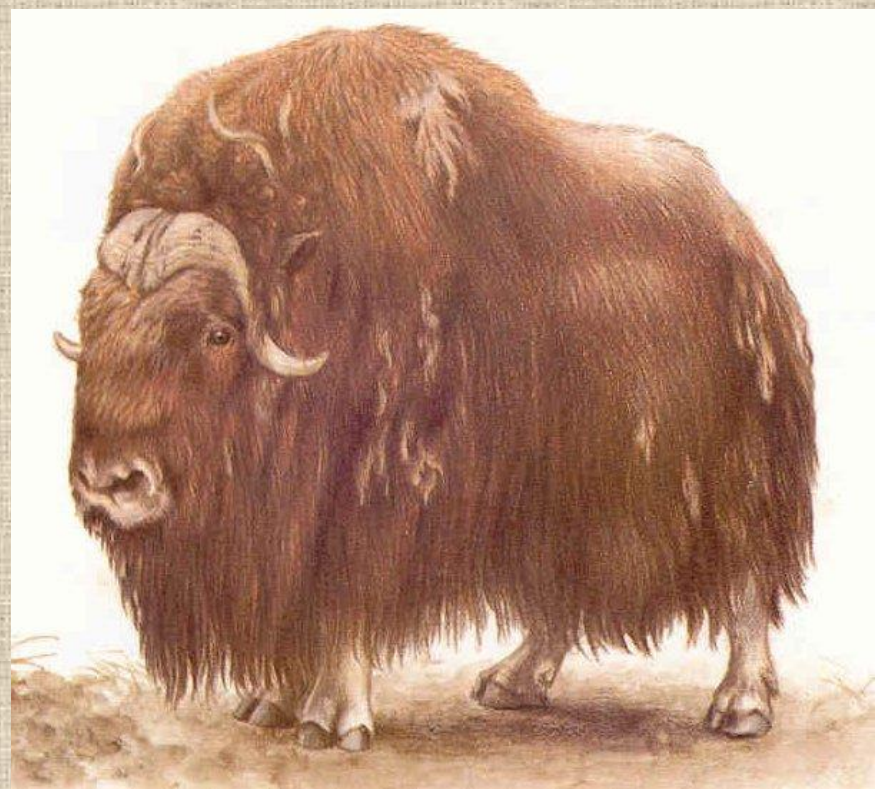




Sob polární



Kozorožec alpský



Pižmoň



Liška obecná

Vlk obecný



Medvěd hnědý





hraboš



hryzec



lumík

Bobr evropský



svišť

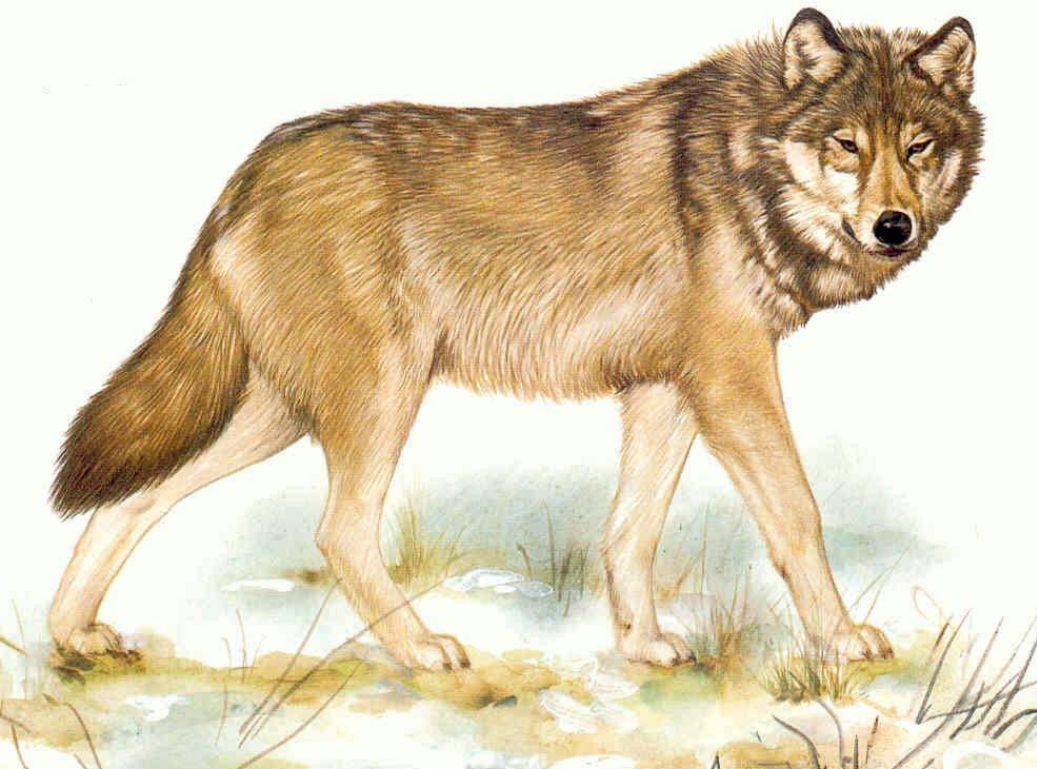
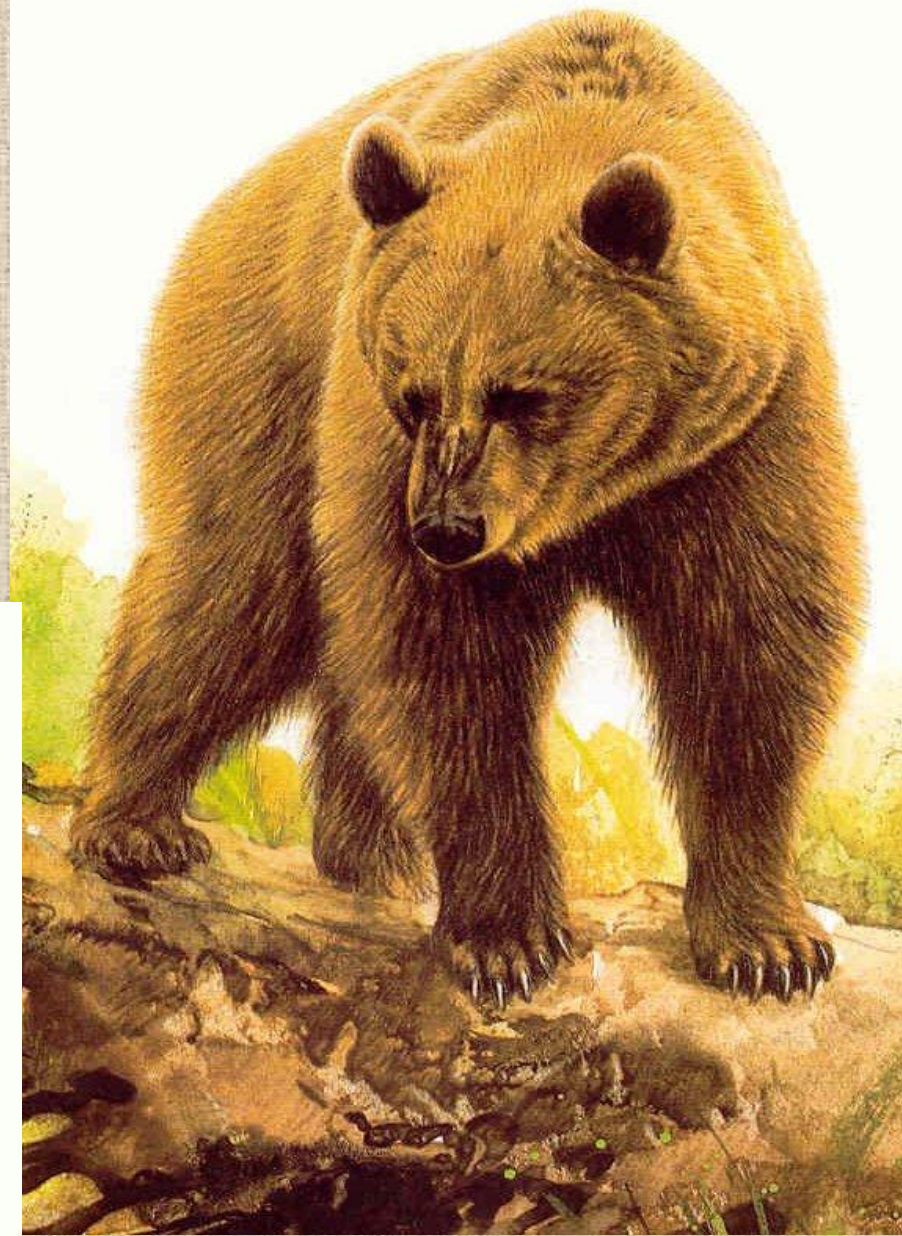
Holocén

- divoce žijící zvířata

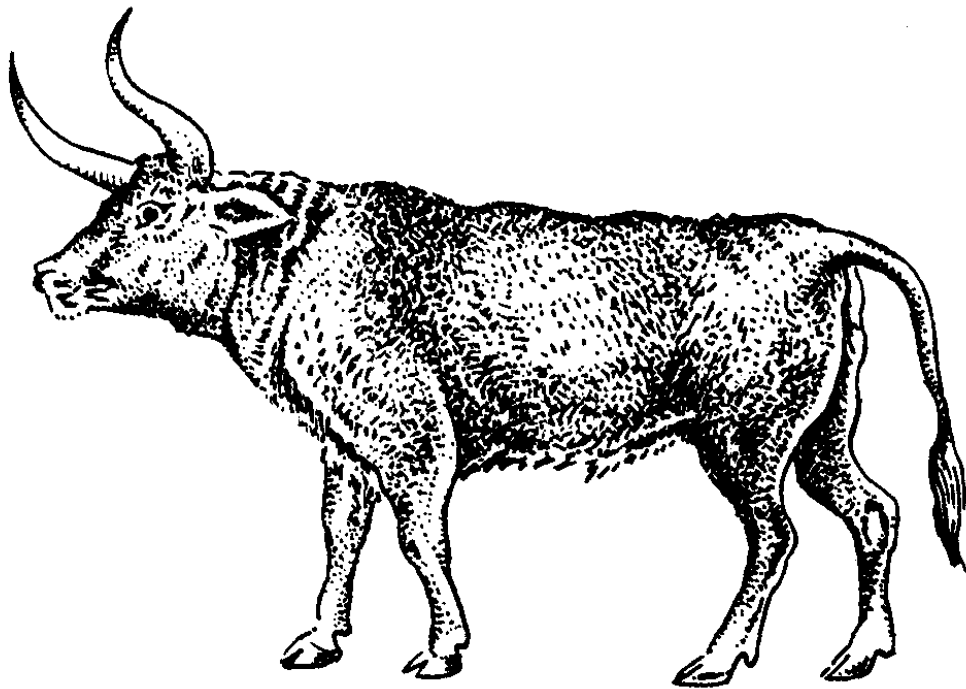




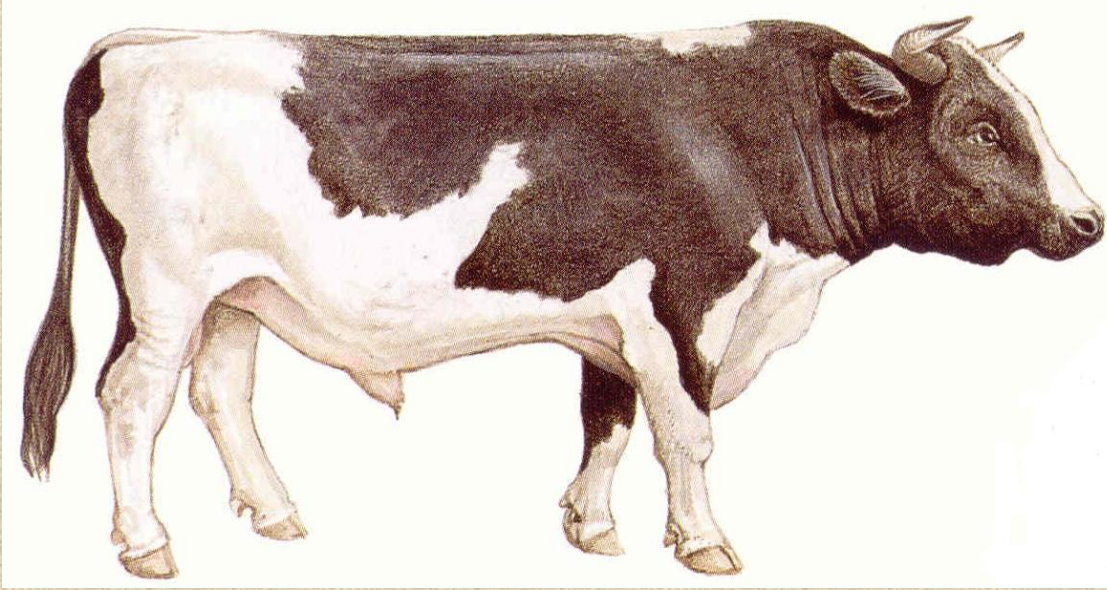
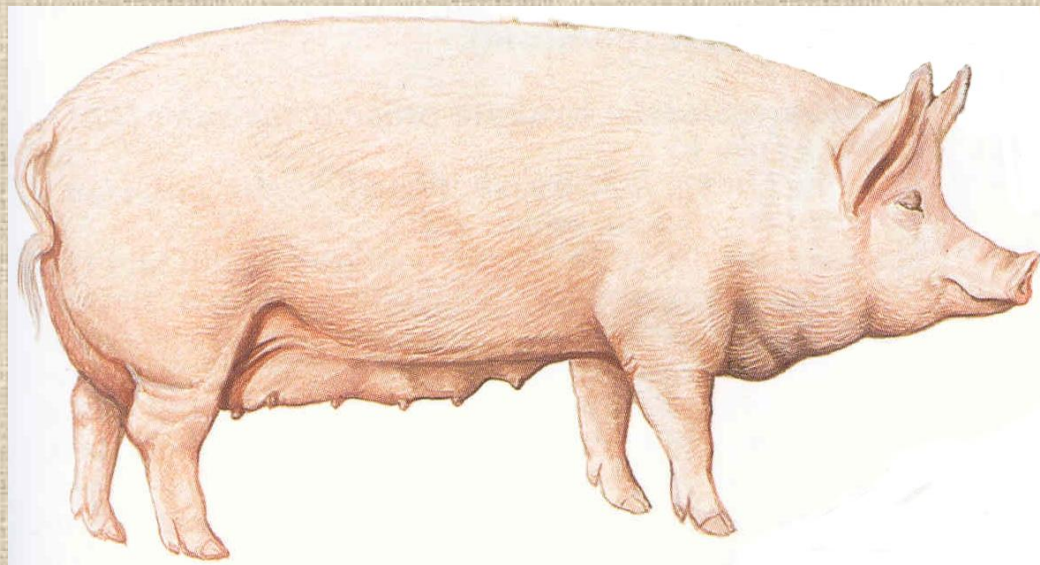


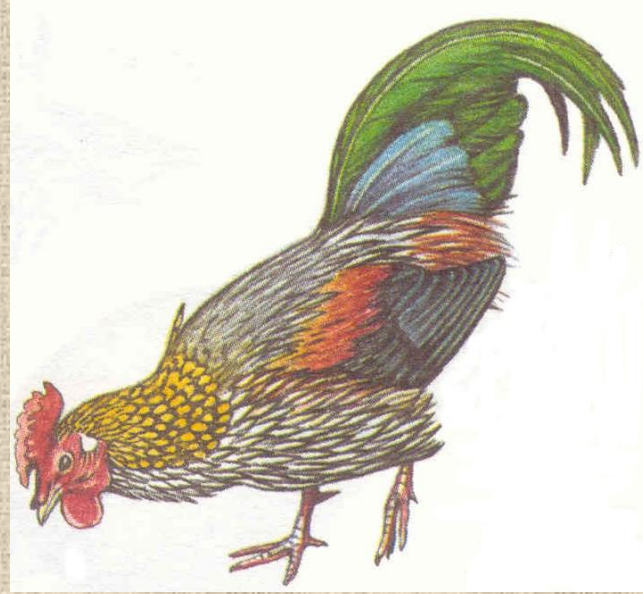
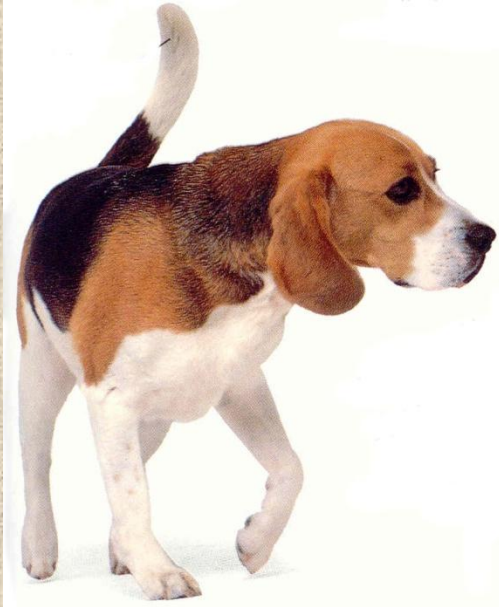




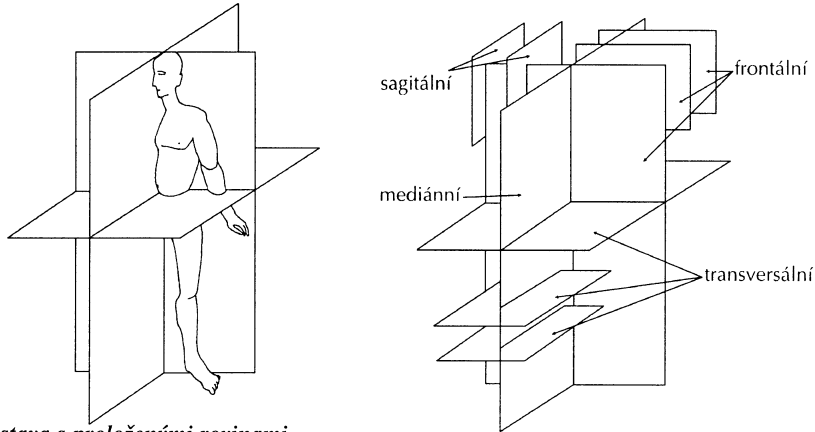


Holocén-domáci zvířata

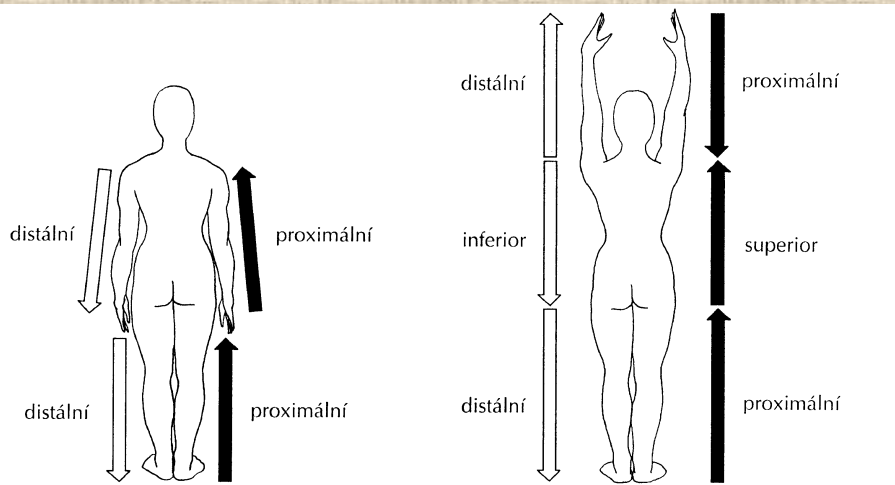
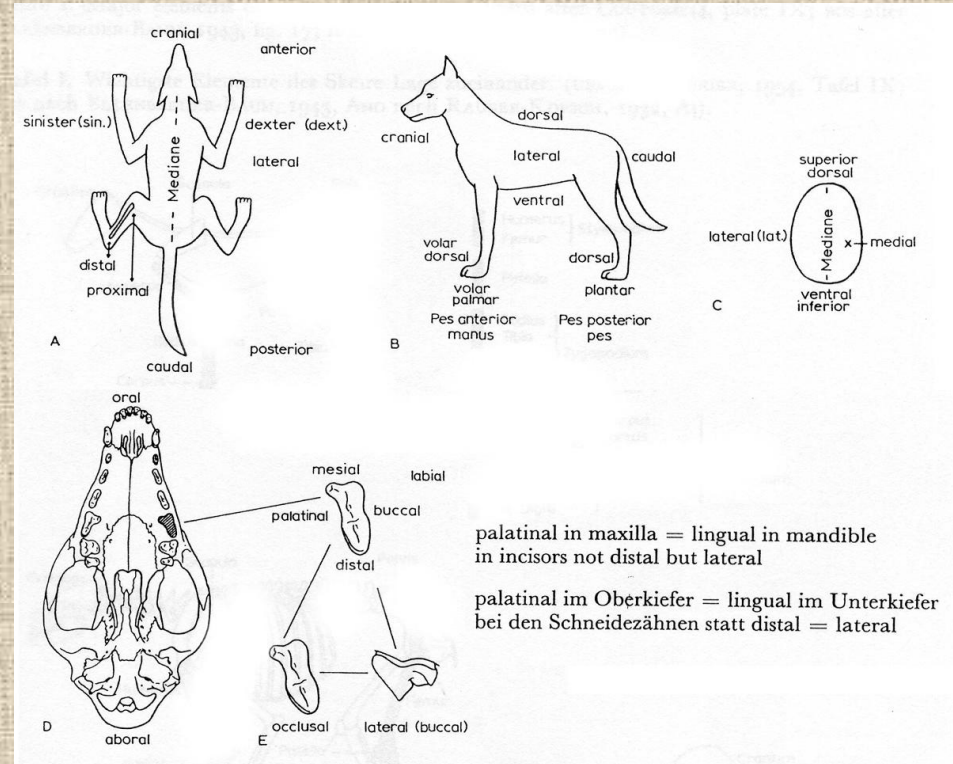




Popis osteologického materiálu –anatomický popis

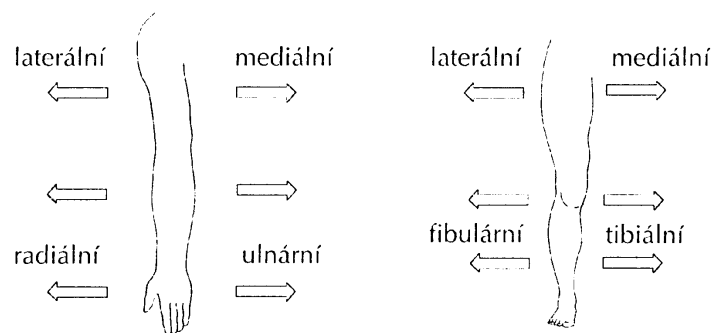
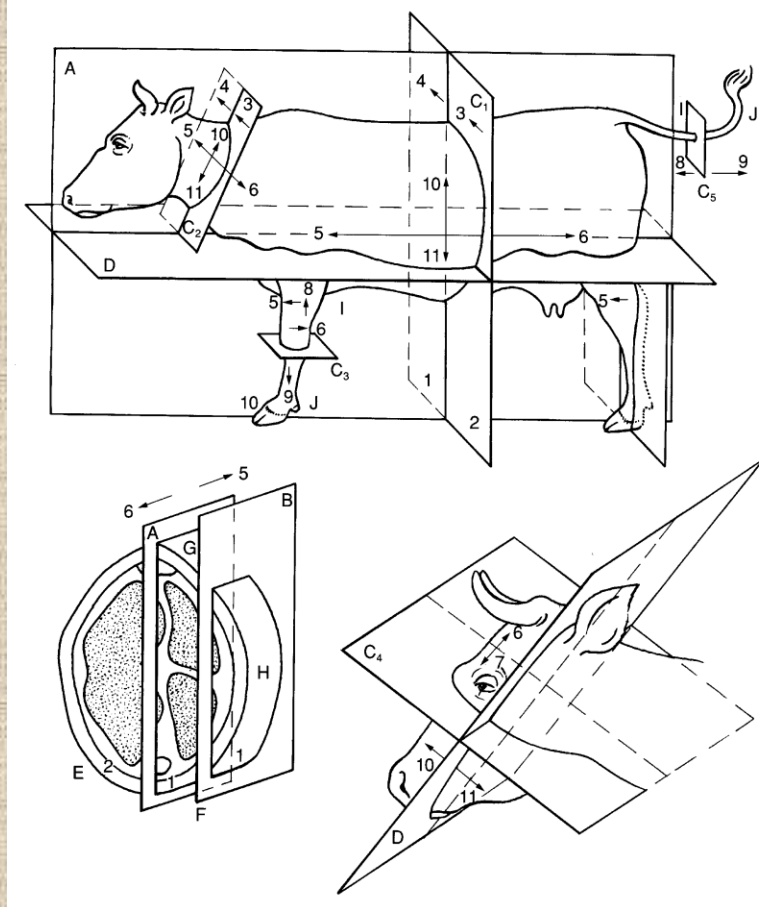


Postava s proloženými rovinami
v zákl. anatomické poloze(Čihák, 1987) Prostorové znázornění rovin těla Obr. 1

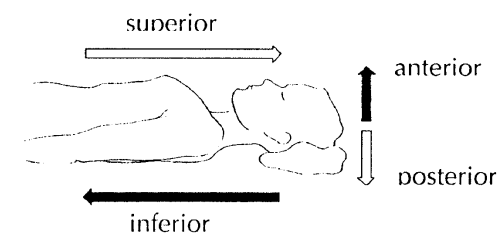


Obr. 2. Označení směru na končetinách
(Čihák, 1987)

Obr. 3. Označení hlavních směrů
(Čihák, 1987)



Obr. 4. Označení směrů na horní a dolní kočetině
(Čihák, 1987)



Obr. 5. Označení směrů - zachovává se i v jiných polohách
(Čihák, 1987)

Měření osteometrických měr na kostech

Figure 8c: *Bos* cranium,
left side view.

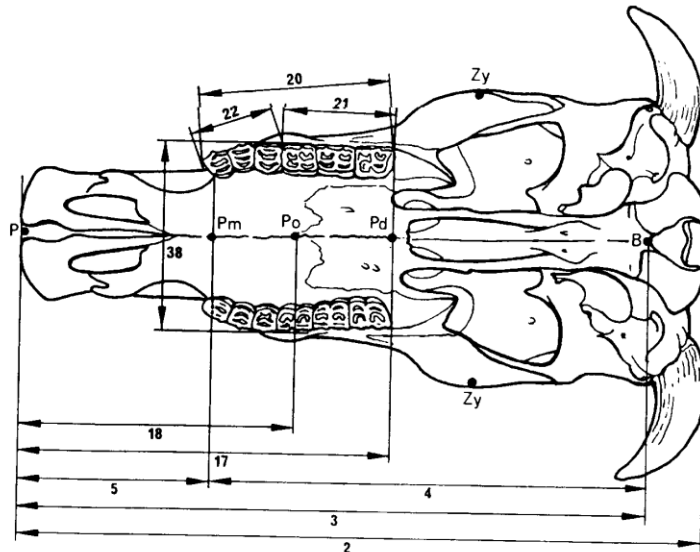
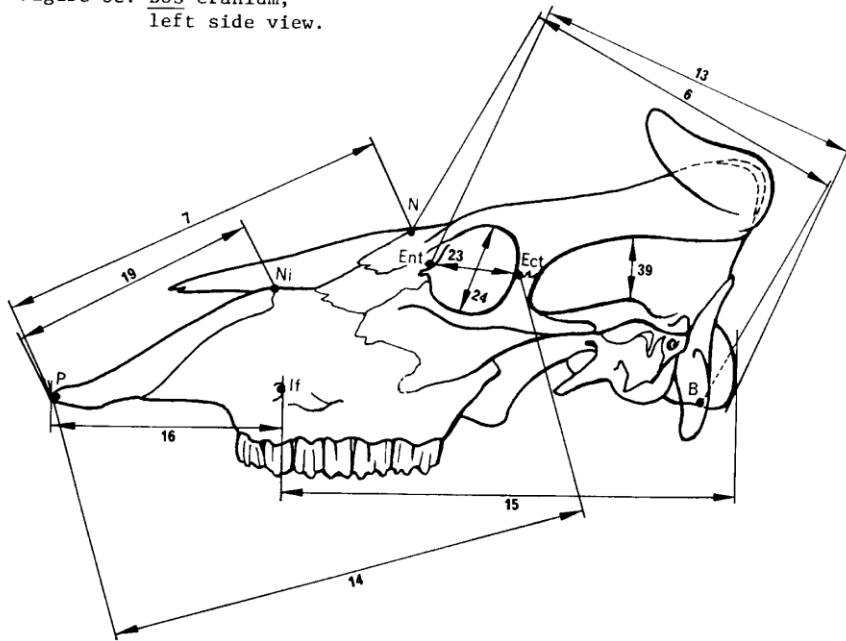


Figure 8d: *Bos* cranium,
basal view.

Figure 8a: *Bos* cranium,
dorsal view.

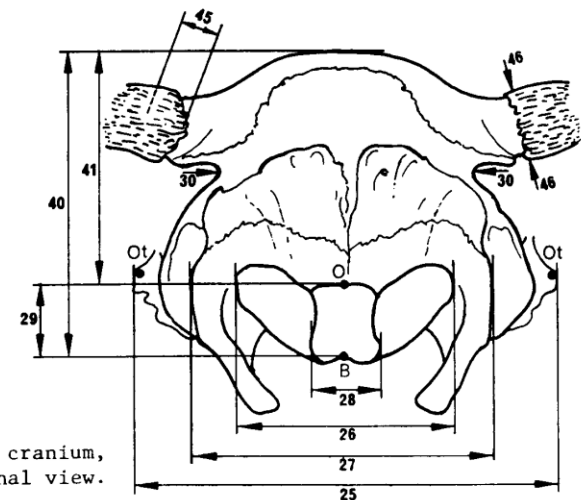
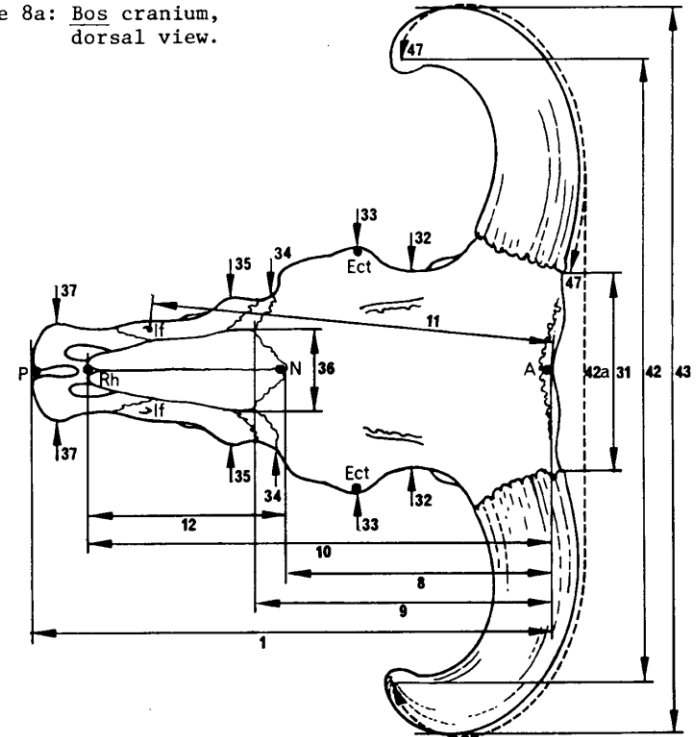
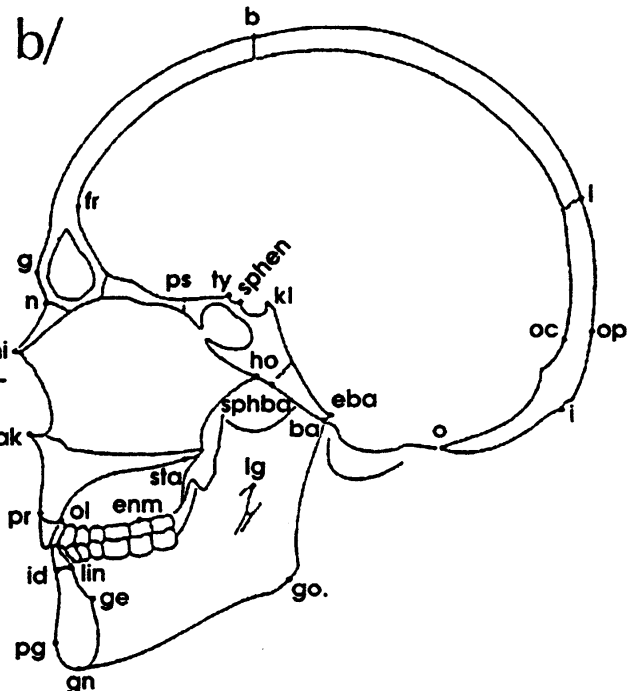
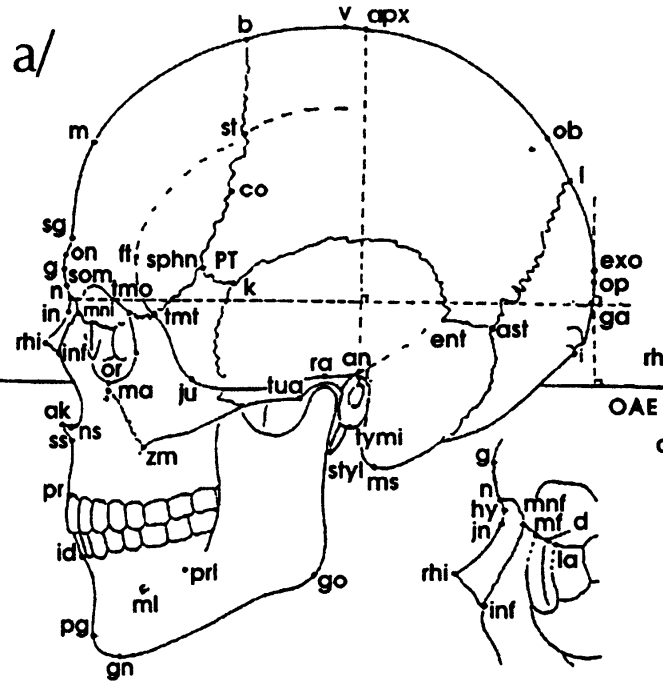
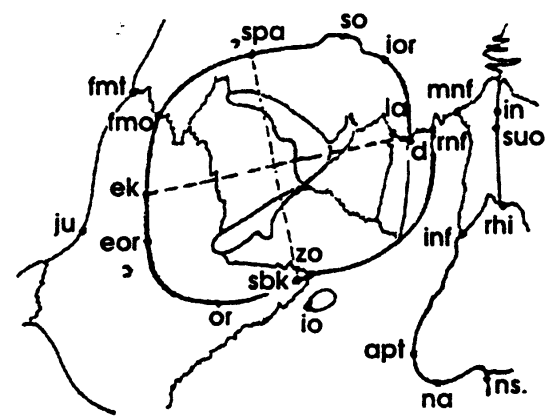
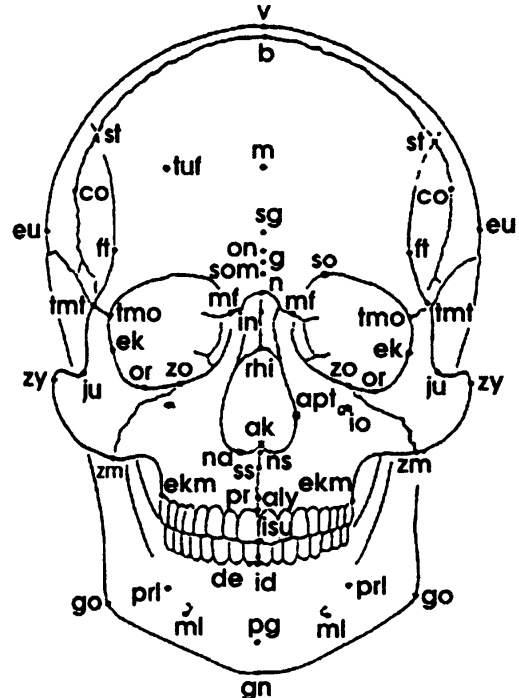


Figure 8b: *Bos* cranium,
nuchal view.



Technika měření

- Posuvné měřidlo

- Dotykové měřidlo (kraniometr a pelvimetr)

Je složené ze dvou kovových ramen, která jsou na jednom konci pohyblivě spojena a na druhé, volné, konci tvarovaná do oblouku. Mezi hroty ramen se odečítá na redukované stupnici zjišťovaná vzdálenost.

- Pásové měřidlo

- Úhlové měřidlo

- Dioptrograf

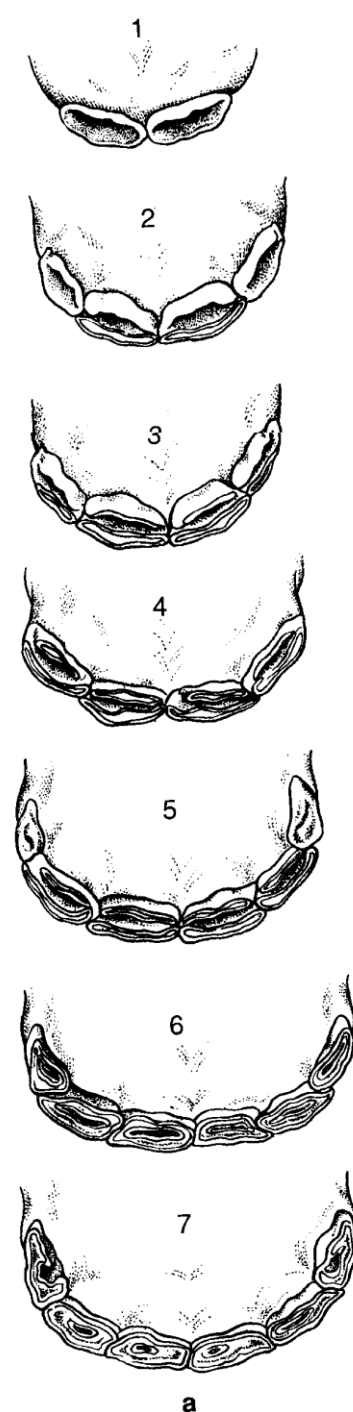
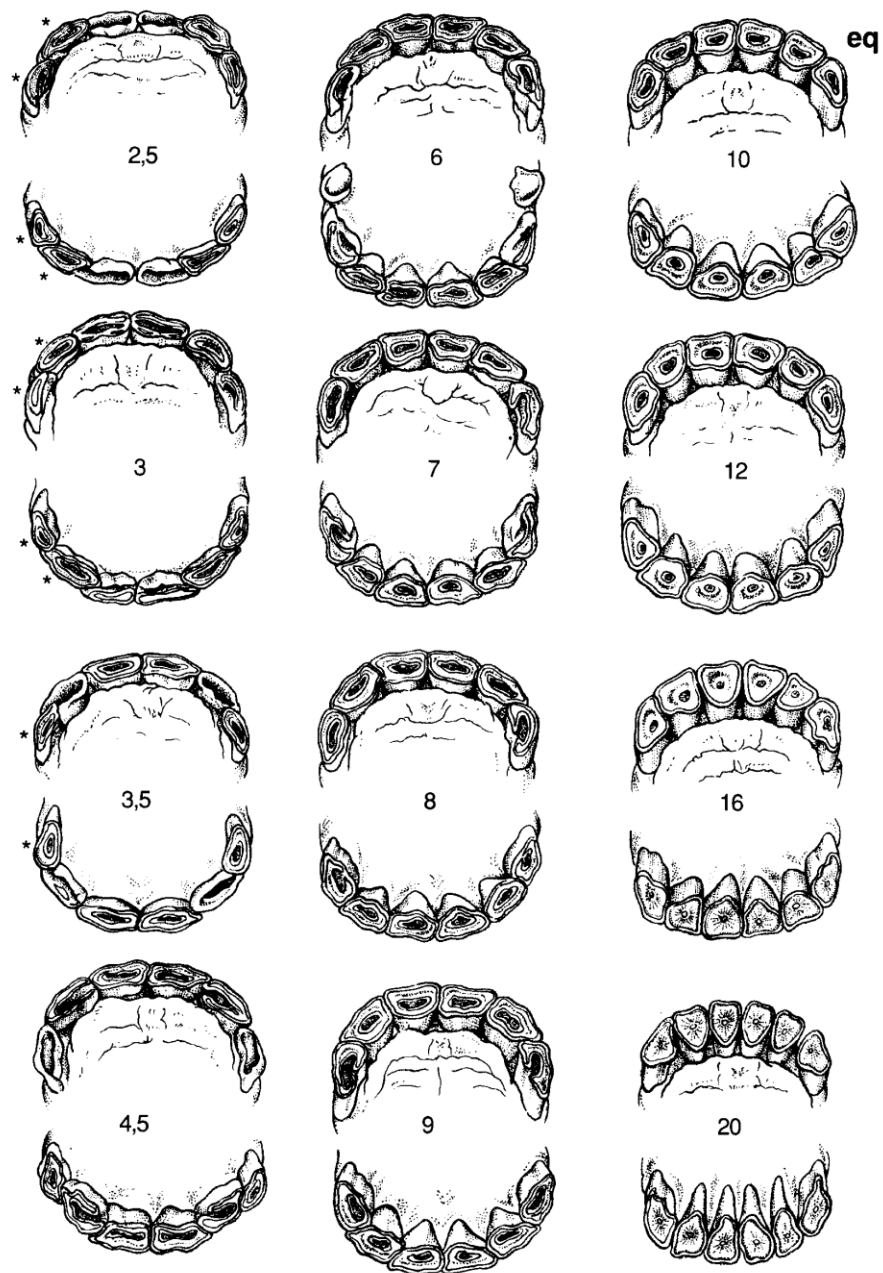
Je to upravený pantograf, přizpůsobený k přesnému zakreslování tvaru kostí. Pantograf je namontován na speciální schránku s horní skleněnou deskou. Do schránky se vloží kost a je ze stran osvětlená lampami. Tvar kosti i s detaily obtahujeme pomocí okuláru s nitkovým křížem a jeho pohyb se ramenem přenáší na hrot tuhy, která vytváří kresbu.

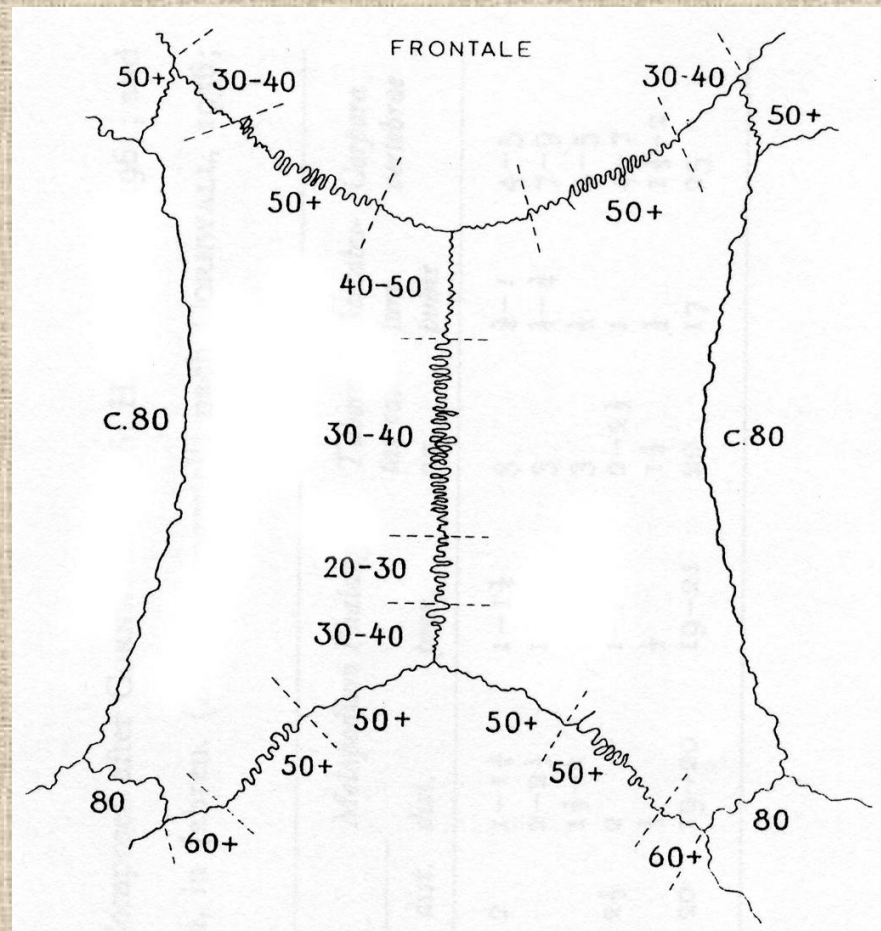
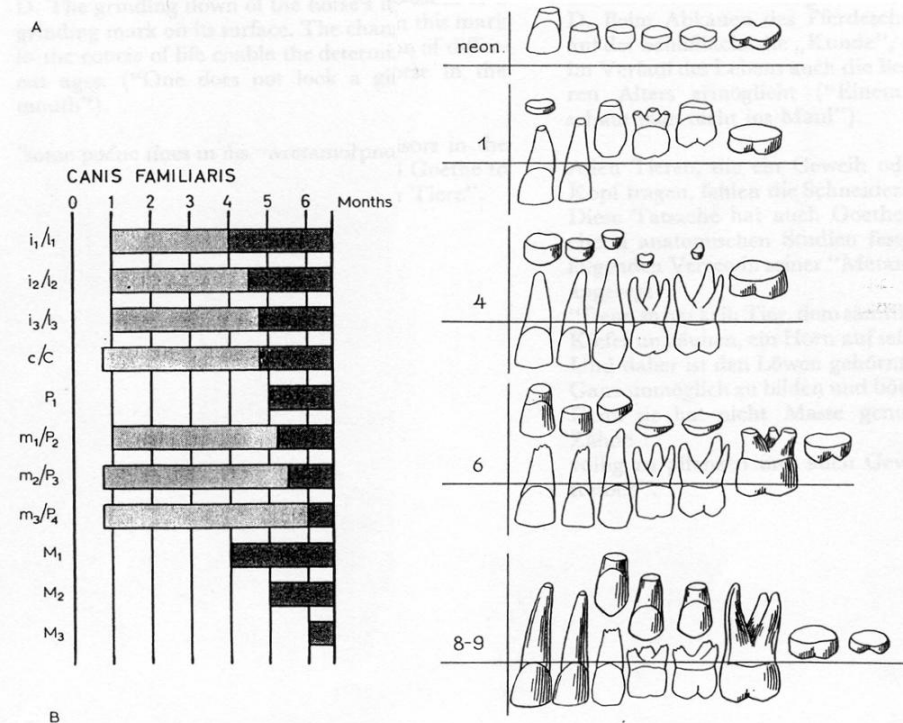
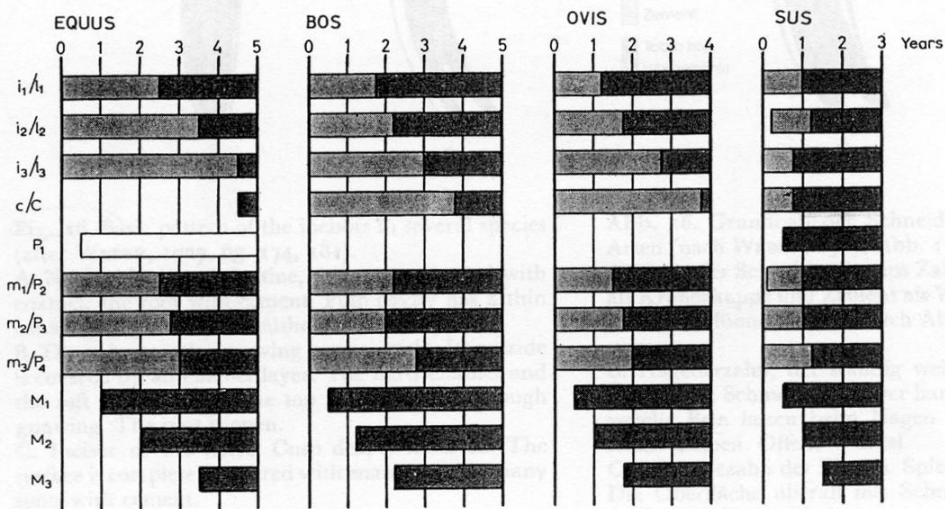
- Osteometrická deska

Základem osteometrické desky je prkno pokryté milimetrovým papírem. K jeho sousední podélné a příčné straně přiléhají dvě vertikální prkénka, která tvoří pravý úhel. Patří k tomu ještě pohyblivá destička tvaru trojúhelníka. Kosti se měří tak, že se jedním měrným bodem dotýkají jednoho ze svislých prkének a druhým pohyblivé destičky. Hodnota se odečítá na milimetrovém papíru.

Určování věku

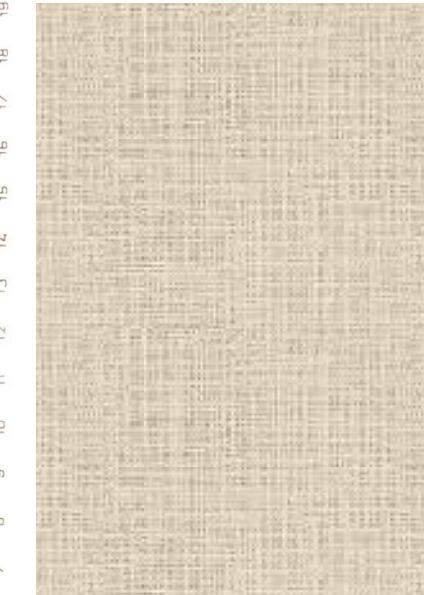
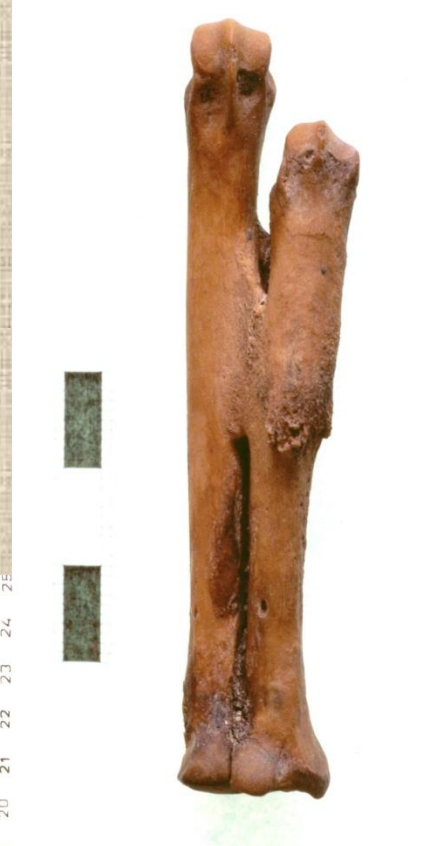
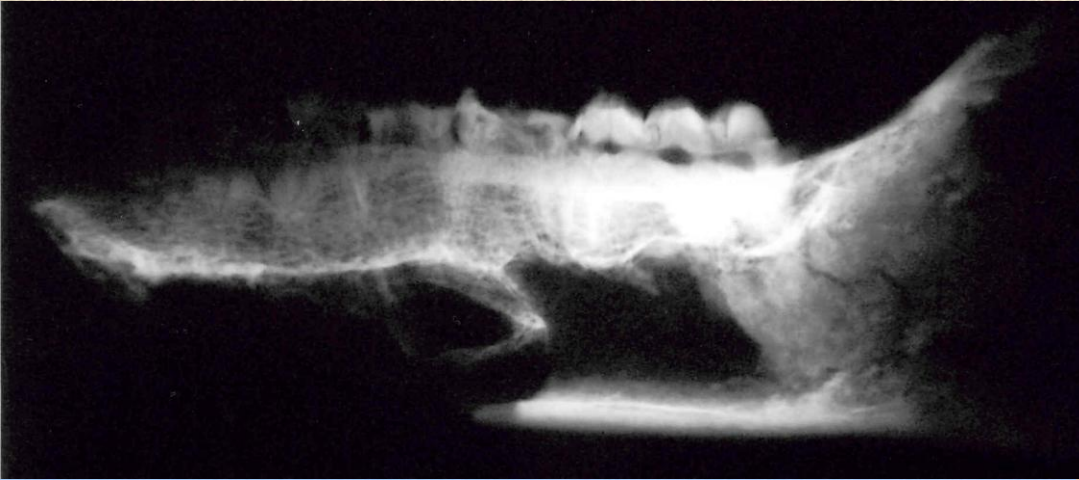
Určování věku
u zvířat podle
stupně abraze zubů



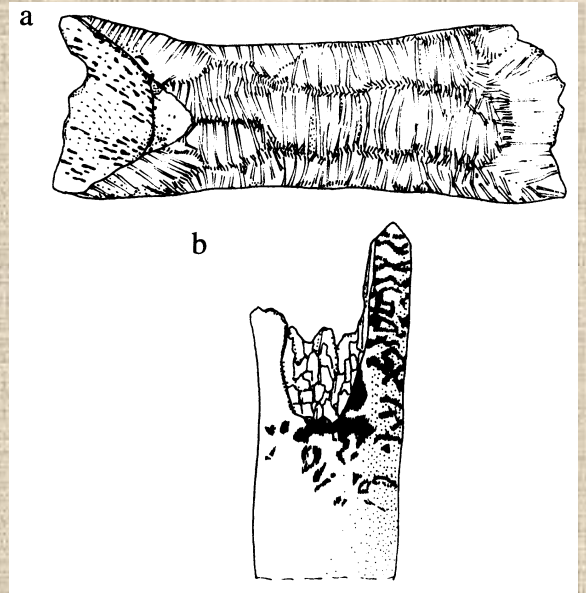


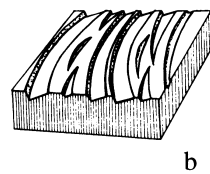
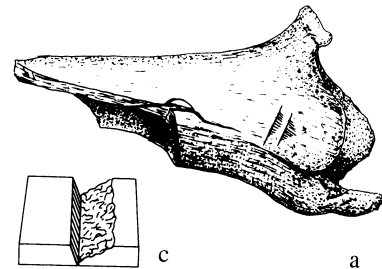
**Určování věku u zvířat
a člověka podle zubů a kostí**

Patologie



Tafonomie





Tafonomie-abraze povrchu kosti





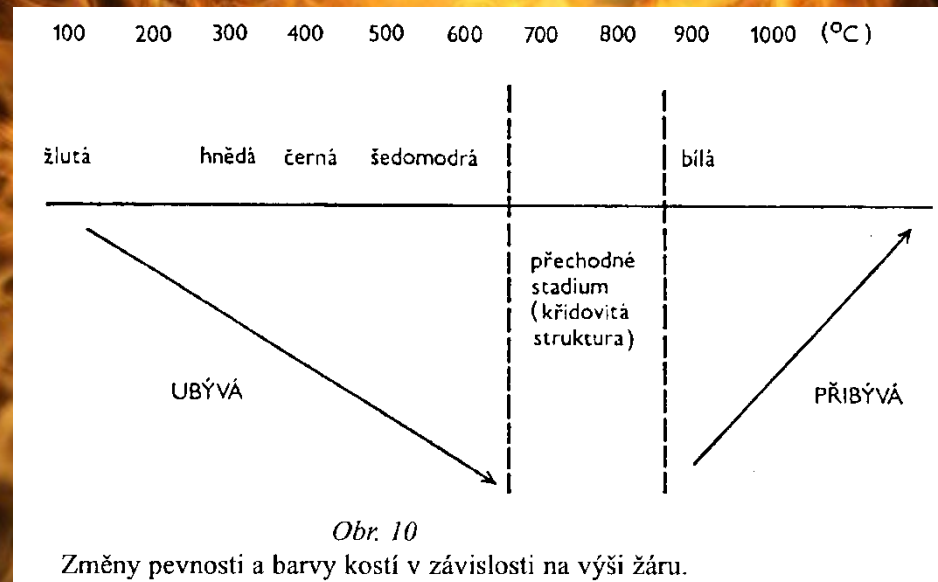
Využití infračervené spektrometrie (FTIR) pro analýzu spálených kosterních pozůstatků

Možnosti odhadu teploty kremace

- Makroskopicky (zbarvení kostí, zubů)
- Mikroskopicky (optická, elektronová)
- Analytickými metodami
 - přítomnost org. složky
 - změny kostního minerálu
- Termické poškození artefaktů (kovy, keramika, sklo)

Vliv vysoké teploty na kostní tkáň

Stage of Transformation	Evidence	Revised Temperature Range (°C)
Dehydration	Fracture patterns; weight loss	100–600
Decomposition	Color change; weight loss; reduction in mechanical strength; changes in porosity	300–800
Inversion	Increase in crystal size	500–1100
Fusion	Increase in mechanical strength; reduction in dimensions; increase in crystal size; changes in porosity	700+



Stupně spálení kosti

Holck 1997



Dokládá 1999

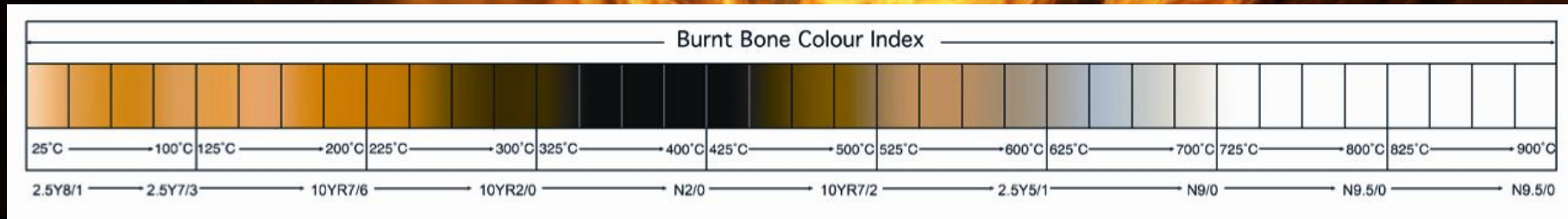
Stupeň spálení	Zabarvení kosterních částí	Poznámka	Stupeň žáru (teplota spalování)
I nedokonalý	žlutobílé hnědošedé	vzhled téměř jako nespálená čerstvá kost - první srašštění (asi o 1%) ztrátou vody (až do teploty 300 °C) poté až do 750 °C žádné zmenšení	do 200 °C kolem 250 °C
II zčásti nedokonalý	hnědé tmavohnědé černé	nedokonalé spálení resp. zuhelnatění organické kostní substance	kolem 300 °C kolem 400 °C
III dokonalý	šedé modrošedé (mléčně světlóšedé)	vnitřní plocha kompakty v některých případech ještě černá	kolem 550 °C
IV dokonalý až křídovitý	mléčně bílá matně křídovitá	křídovitý povrch kost málo odolná od 750 °C silnější zmenšování (srašťování) kosti	od 650 °C do 700 °C
V křídovitý	sytě bílá bílá i na lomu	hladký povrch postupně tvrdá a křehká vznik parabolicky probíhajících puklin maximální zmenšení (srašštění) v průměru o 10–20%	do 800 °C od 750 °C nad 800 °C

	Temperature in °C	Changes in bone
GRADE 0	100	Insignificant changes in bone and teeth. Collagen still intact.
	200	Only superficial colour changes in bone and teeth. Considerable reduction of collagen.
GRADE 1	300	Weight reduction, loss of water. Modestly reduced volume. Collagen completely destroyed. Colour: brownish.
	400	Lowest solidity of the bone structure. Formation of slight microscopic fissures in the bone surface. Small cracks in the enamel of the teeth. Colour: black/dark grey.
	500	Deformation of the bone. Larger, net-formed microscopic cracks in the bone surface. Colour: greyish.
GRADE 2	600	Further macro- and microscopic cracking of the bone surface. Formation of pyrophosphate. Colour: light grey.
	700	Further reduction of volume due to fusion of mineral crystals. Liberation of water of crystallization. Previous formed pyrophosphate ⁵³⁾ compounded with hydroxylapatite to whitlockite (β-tricalciumphosphate). Shrinking and changes in the lamellar construction of the osteones.
	800	Further shrinkage and deformation. Further fusion of mineral crystals in the bone. Melting and crystallization of the dentine, but without destruction of dentine tubuli. Colour: white/grey.
GRADE 3	900	Marked macroscopic cracking of the bone surface. Destruction of the osteone structure. Further fusion of the mineral crystals. Melting and destruction of the enamel.
	1000	Microscopic oval holes of various size in the bone surface. The dentine appears as coherent ball-shaped formations with the tubuli still intact.
	1100	Melting of the dentine tubuli.
GRADE 4	1200	Total decomposition of the microstructure in bones and teeth.

Temperature (°C)

Color Effects

300	Black color of cortical bone
200–400	Ultrastructural orientation of collagen fibers is well preserved
600	Gray color indicates a leaching out of the organic portion
800	White color of bone



Bone Color (temp. °C)	Cortical Position	Crystal Morphology	Size Range	Lamellar Pattern	Collagen Fibers in Haversian Canal
White (800–1400)	Outer	Spherical and Hexagonal	$0.25 \pm 0.07 \mu\text{m}$ to $0.41 \pm 0.09 \mu\text{m}$	Not observable	Indistinguishable
Gray (~600)	Mid-cortex	Spherical	$\sim 0.060 \pm 0.007 \mu\text{m}$	Not observable	Fraying
Black (200–600)	Inner	No crystals	—	Observable	No Fraying

Zbarvení spálené kosti

Cremation temperature	Cremation environment		
	Air	Diatom earth	Topsoil
Unburned			
100°C			
200°C			
300°C			
400°C			
500°C			
600°C			
700°C			
800°C			
900°C			
1000°C			
1100°C			

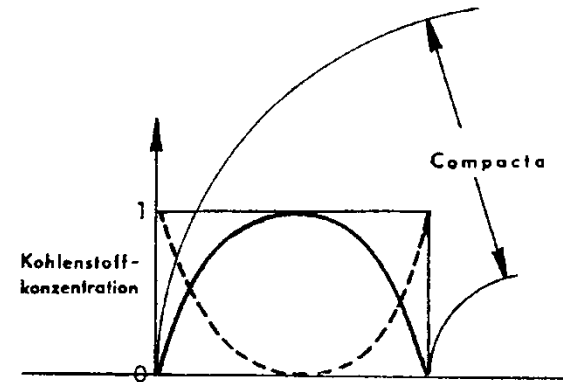
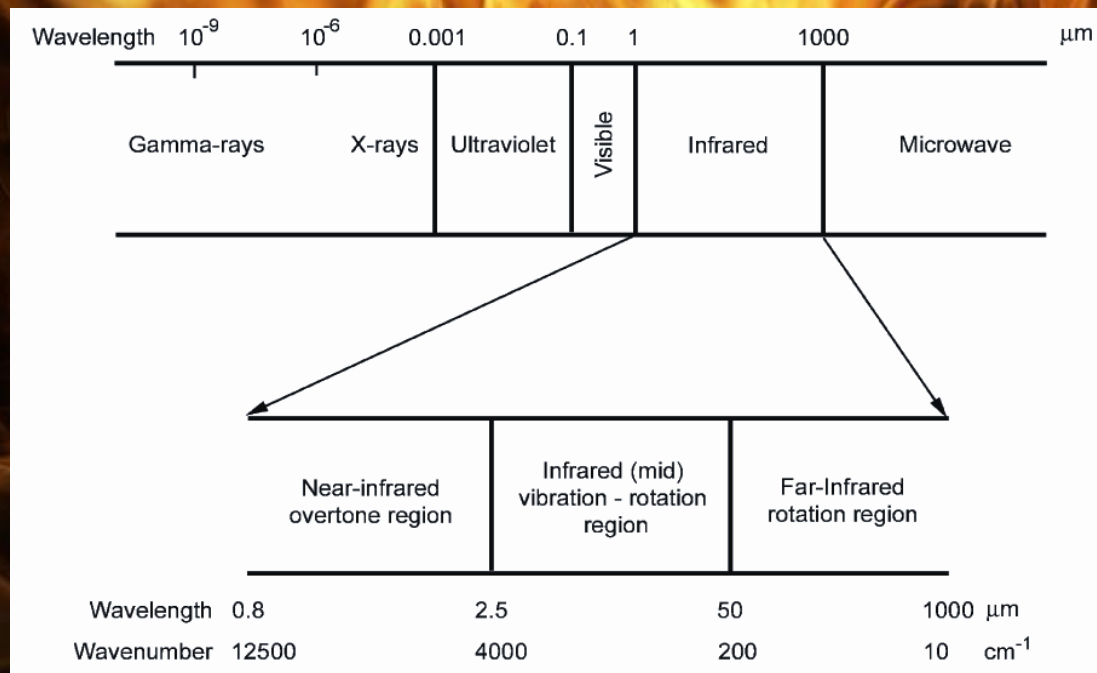


Abb. 1. Idealverteilung von Rußpartikeln in der Kompakta eines gespaltenen Langknochens (Querschnitt).

— Primärverfärbung; - - - Sekundärverfärbung

Experimentální kremace kosti (1-3 h v peci) v přítomnosti vzduchu (air), křemeliny (diatomaceous earth) a ornice (topsoil).

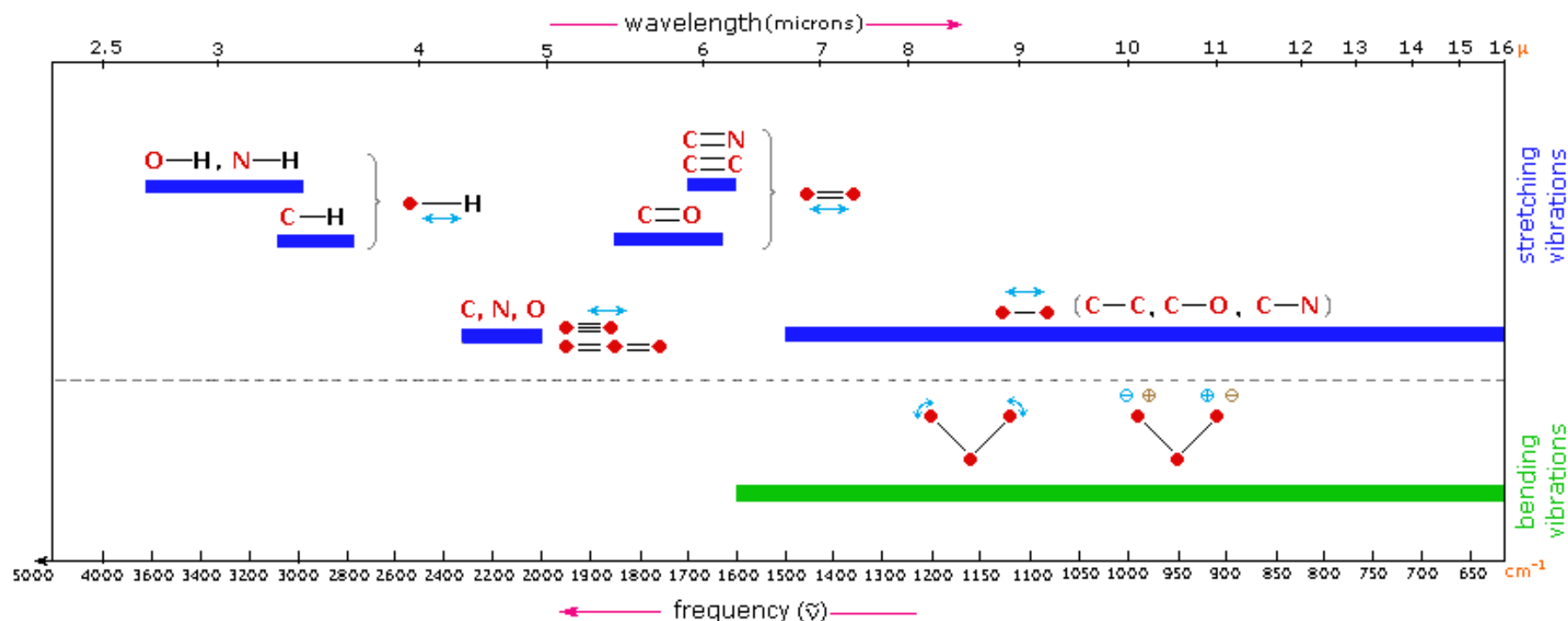
Spektrometrie



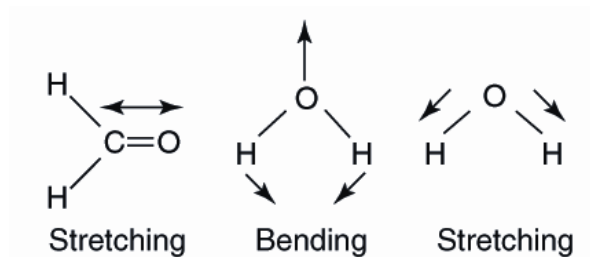
Principem metody je absorpce infračerveného záření při průchodu vzorkem, kdy je pohlcená energie využita ke změnám rotačně vibračních energetických stavů molekuly, v závislosti na změnách jejího dipólového momentu. Různé druhy kovalentních vazeb absorbují záření různé vlnové délky (vlnótu, resp. energie).

Infračervená spektrometrie

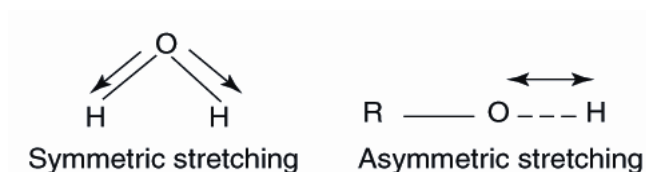
Různé typy vibračních přechodů absorbují fotony o různé energii (frekvenci, vlnové délce, vlnočtu). Přítomnost spektrálního pásu pro určitý vlnčet svědčí o přítomnosti určitého typu vazby a tím pádem i na přítomnost určitých funkčních skupin



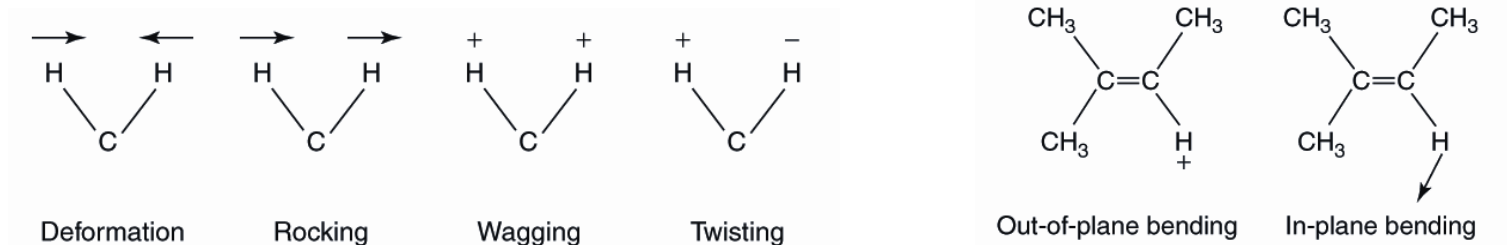
Typy molekulárních vibrací v infračervené spektrometrii



Valenční vibrace (stretching, změny délky vazby)



Deformační vibrace (bending, změny vazebného úhlu)



Infračervená spektrometrie

KBr technika

Asi 10 mg vysušeného (cca 150 minut. při 85 °C) vzorku bylo smícháno s 100 mg vysušeného bromidu draselného (KBr) a po homogenizaci směsi (třením v achátové misce) z ní byla vylisována tableta.

Infračervené spektrum tablety bylo snímáno přístrojem ATI Mattson Genesis Series FTIR.



Analytickým výstupem je infračervené spektrum - závislost množství absorbovaného infračerveného záření (vyjadřované např. jako absorbance) na jeho vlnové délce (vyjadřované zpravidla jako vlnočet, v cm^{-1}).

IR spektrometrie kosti

Nespálená kost

3600-3000 cm^{-1} : O-H a/nebo N-H

3100-2800 cm^{-1} C-H

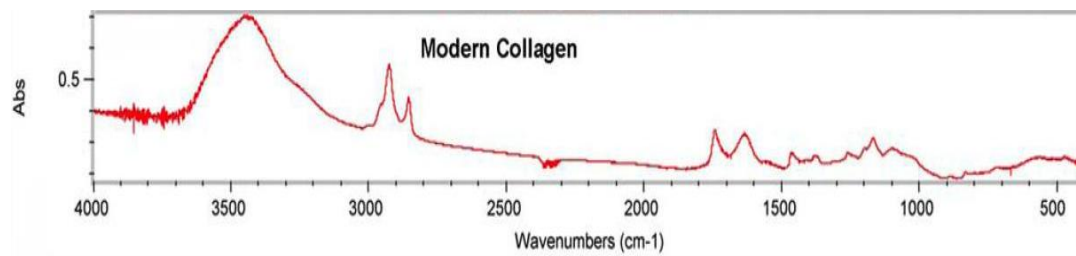
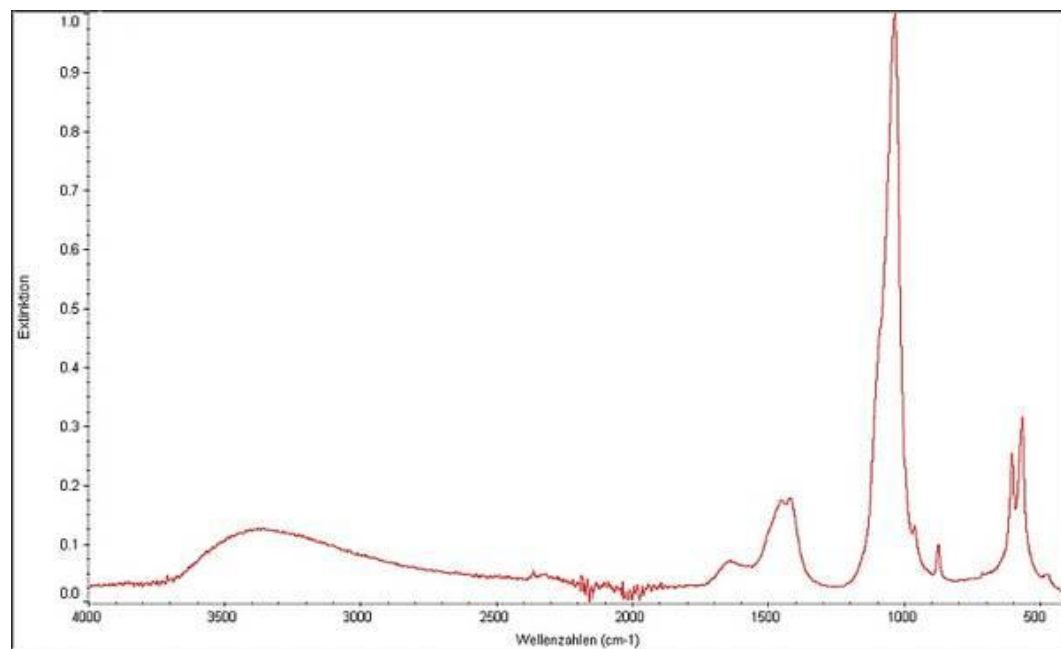
1650 cm^{-1} : C=O, amid I (proteiny a peptidy)

1650 cm^{-1} : H-O-H

1500 – 1400 cm^{-1} : pásy C-O
(uhličitany)

1200 – 900 cm^{-1} : pásy P-O

564 a 604 cm^{-1} : pásy P-O



Možnosti využití IR spektrometrie

Odlišení spálených a nespálených kostí, přibližný odhad teploty a podmínek spalování. Sekundární změna zbarvení kosti (uhlík z žároviště, půda, aj.) nemá na výsledky analýzy vliv.

Sledování fosilizace kostní tkáně (úbytek organické složky, pronikání uhličitanu, resp. křemičitanu do kosti)

Sledování degradace kostní tkáně (rekrytalizace kostí v prostředí krypt)

Identifikace a analýza ostatních materiálů (keramika, mazanice – odhad teploty výpalu, resp. přepálení)

IR spektrometrie kosti

Spálená kost

3570 cm^{-1} OH; redukce širokého pásu OH a NH vodíkových vazeb

Redukce a posun pásů CO_3 (1400-1500 cm^{-1})

rozklad apatitu na β -TCP : nové pásy 655 , 945, 970, 982 a 1100 cm^{-1} .

Infračervená spektrometrie indikuje:

přítomnost vody

přítomnost organické složky

změny v krystalické mřížce (obsah uhličitanu, přítomnost β -trikalcium fosfátu, apod.)

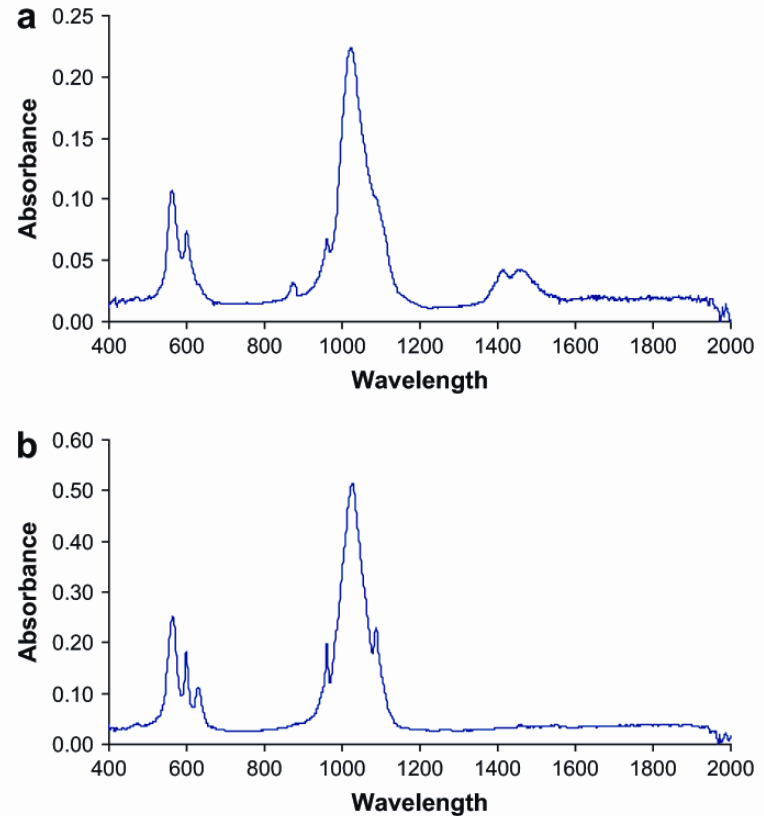
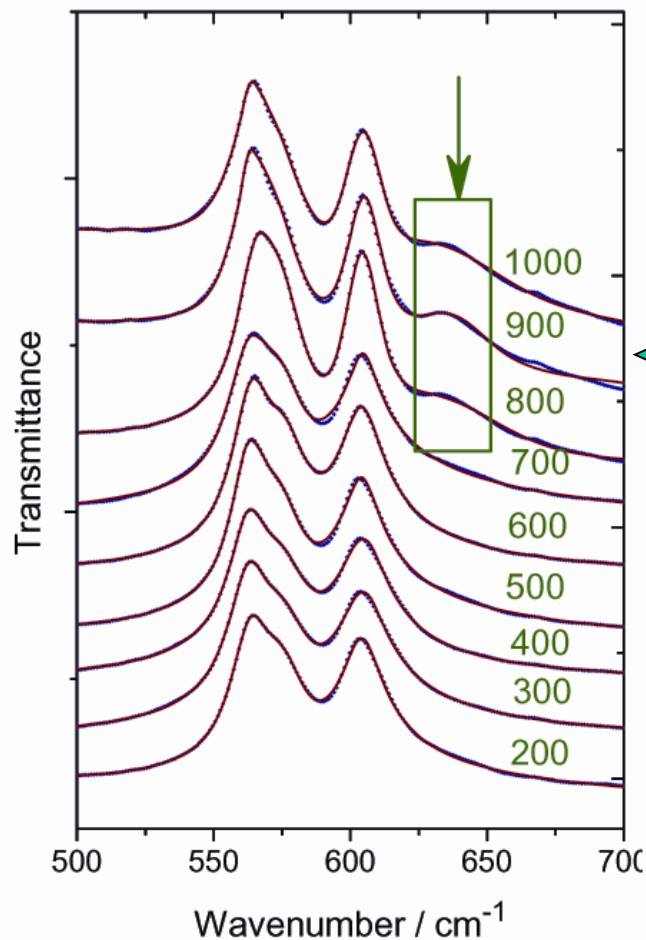


Fig. 2. Comparison of (a) low intensity (500 °C) burning and (b) high intensity (900 °C) burning FTIR-ATR spectra.

Přítomnost β -trikalcium fosfátu



Temperature (°C)

Effect

300–500

H₂O removed from nonmineralized portion.

600–700

Organic carbon burnt to CO₂ and eliminated from bone.

>700

H₂O removed from apatite crystals; CO₂ formation.

>800

Physiological hydroxyapatite changes to β -tricalcium phosphate;
Shrinking 30% due to recrystallization and crystal fusion.

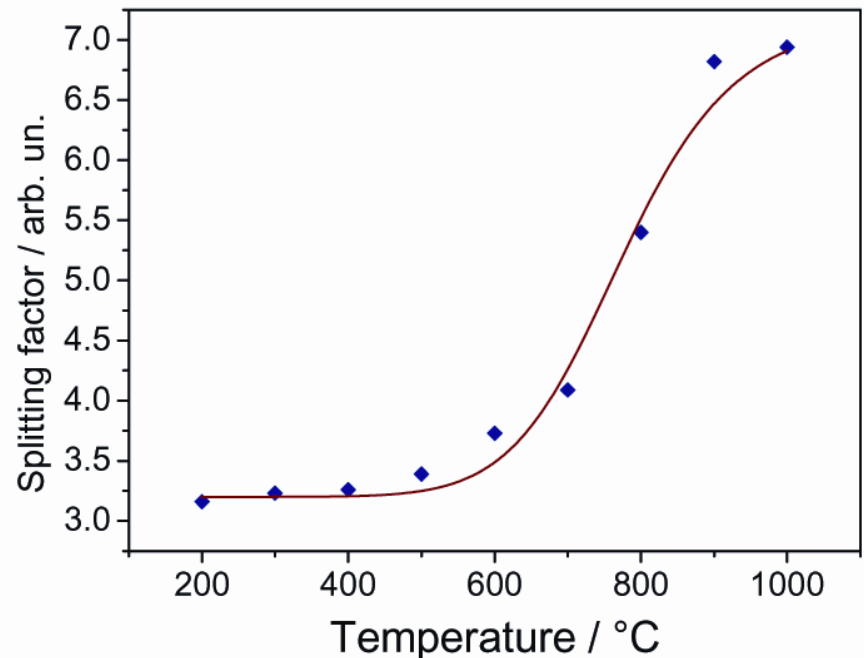
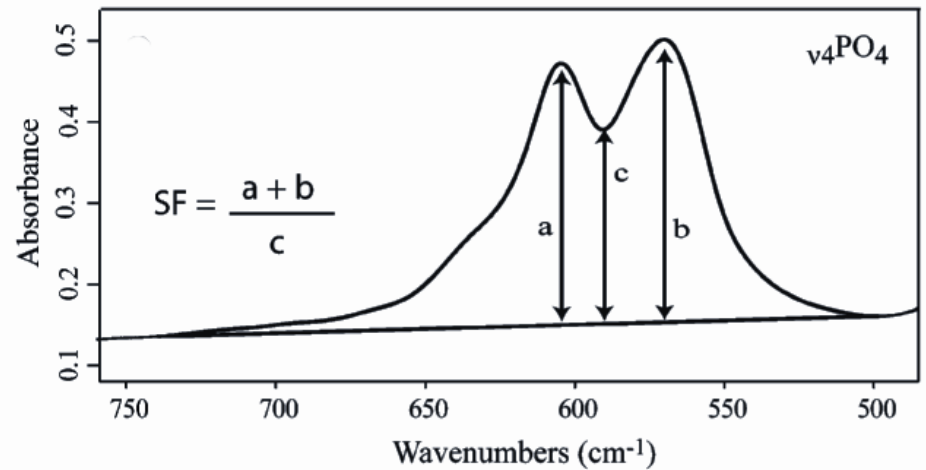
Zhruba od 800 °C se objevuje pás β -trikalcium fosfátu (β -TCP; vlnočet cca 655 cm⁻¹).

Index krystalinity

crystallinity index (CI)

splitting factor (SF)

Působením vysoké teploty se amorfní hydroxyapatit mění na krystalický (zvyšuje se uspořádanost krystalické mřížky kostního minerálu).



Chotěbuz-Podobora





CH-P/09
SONDA 50
CTV.C.1-2/15

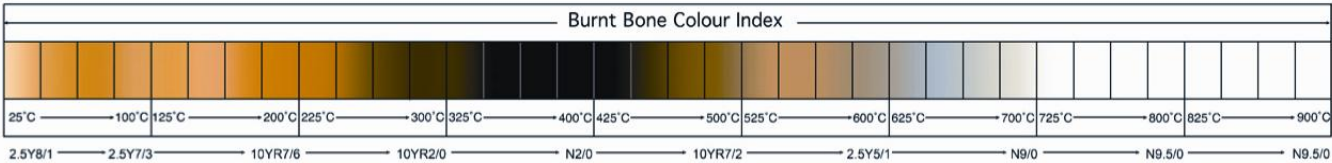
^{14}C datování ze zánikového horizontu
 930 ± 40 BP (kal.)



Stupeň spálení

	Dokládal 1999	Holck 1997
kráva h	stupeň II ($\pm 300^{\circ}\text{C}$)	Grade 1 (cca 300°C)
kráva c	stupeň II ($\pm 400^{\circ}\text{C}$)	Grade 2 (cca 400°C)
kráva b, prase, ovce	stupeň V (nad 750°C)	Grade 3 resp. 4 (nad 800°C)

Zbarvení



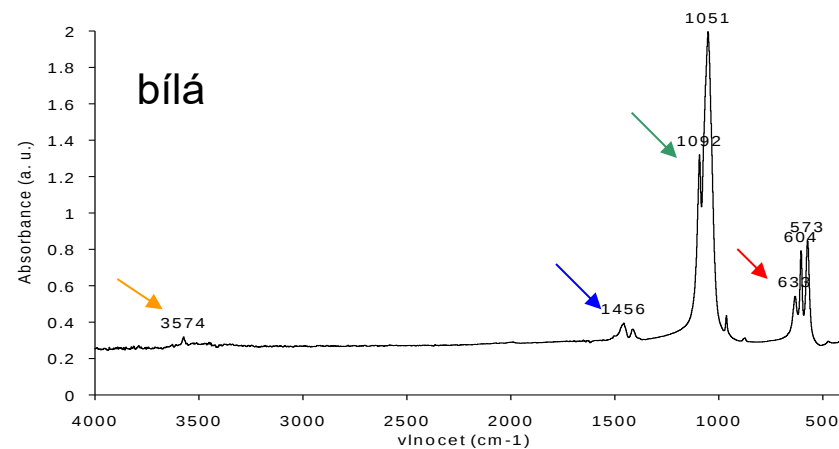
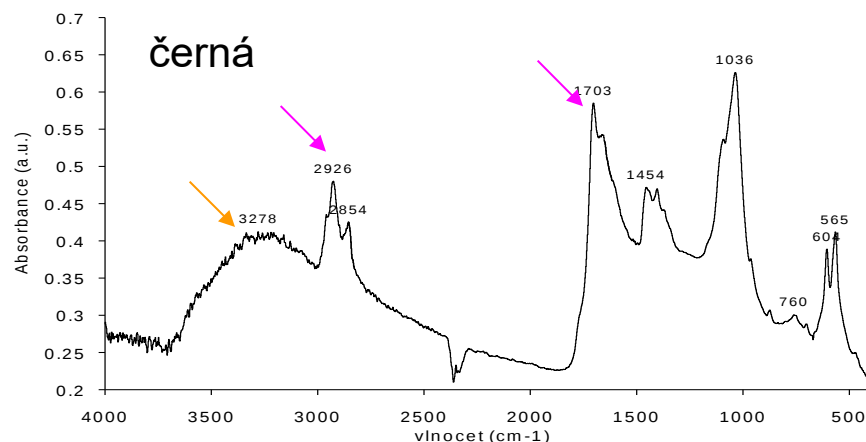
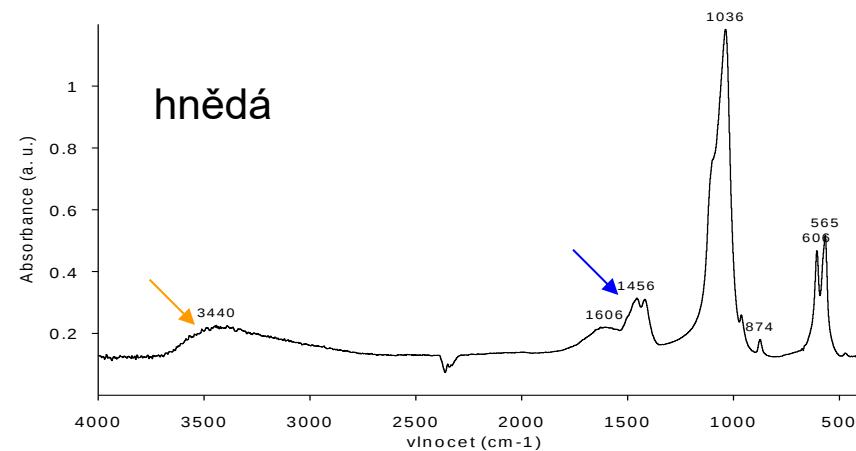
	Munro et al. 2007	Walker et al. 2007
kráva h	250 – 300 ° C	cca 250 ° C
kráva c	cca 350 ° C	350 – 400 ° C
kráva b, prase, ovce	> 700 ° C	cca 900 ° C

Kráva

Projevy působení vysoké teploty

- Výrazná redukce pásu mezi 3600 -2600 cm^{-1}
- Redukce obsahu uhličitanu (1459-1410 cm^{-1})
- Nový pás fosfátu (β -TCP) při cca 1090 cm^{-1}
- Pás β -trikalcium fosfátu (β -TCP), cca 655 cm^{-1}
- Pásky organické složky: C-H (2920-2950 cm^{-1}) a C=O (1700 cm^{-1}), resp. pásky N-H a O-H (3600 -2600 cm^{-1}) a C-O (1459-1410 cm^{-1} ; interference s uhličitany).

Organická složka v hnědé kosti může být redukována postdepozičními procesy. V černé kosti je stabilizována karbonizací.



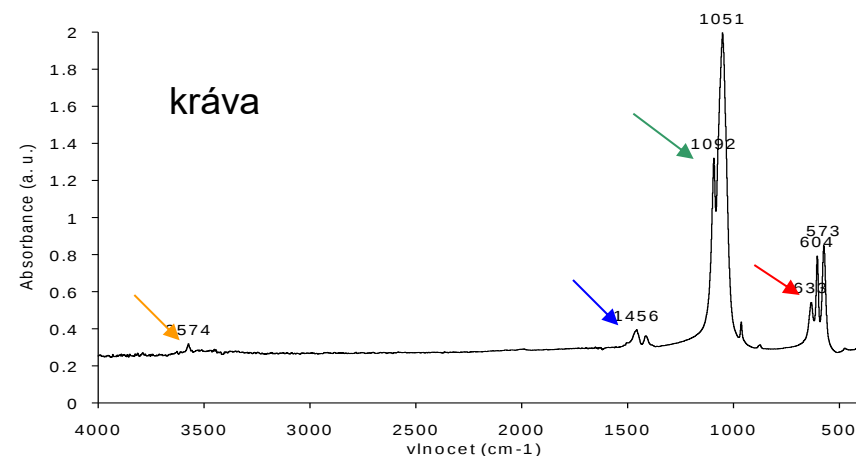
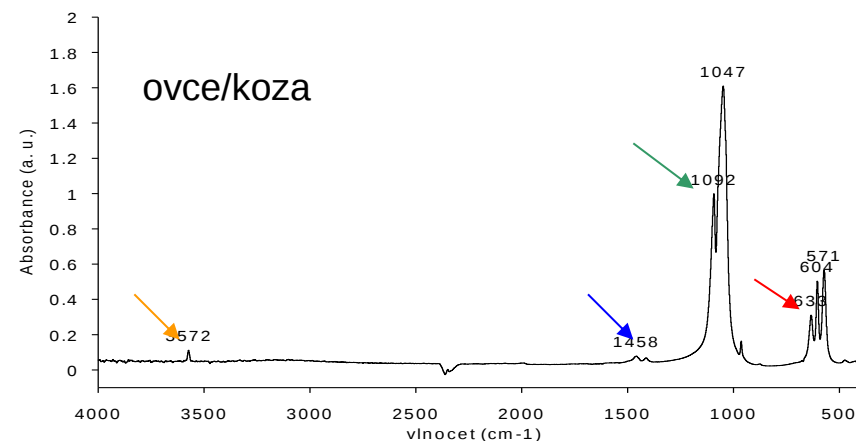
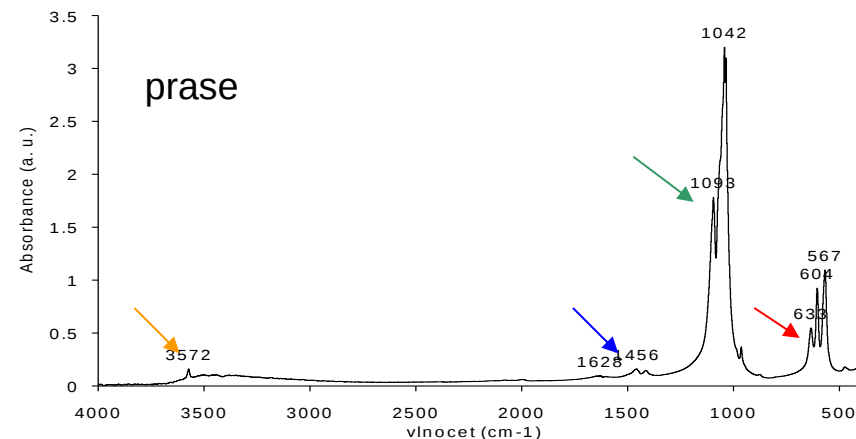
Teploty spalování zhruba odpovídají teplotám zjištěným odhadem ze zbarvení a stupně přepálení.

Intenzita pásu uhličitanu (poměr C/P: 1410/1040 cm^{-1}) Ukazuje, že teplota působící na pozůstatky krávy byla něco nižší ve srovnání s pozůstatky ostatních zvířat.

Teplota dosahovala cca 800 - 900 °C v případě krávy, u ostatních spíše 900 – 1000 °C.

Všechny odhady jsou učiněny pouze na základě údajů z literatury, detailnější odhad by vyžadoval provedení experimentů.

	SF	C/P
kr h	3.85	0.162
kr č	3.79	0.618 (?)
kr b	7.00	0.040
o/c b	7.24	0.022
pr b	7.13	0.024



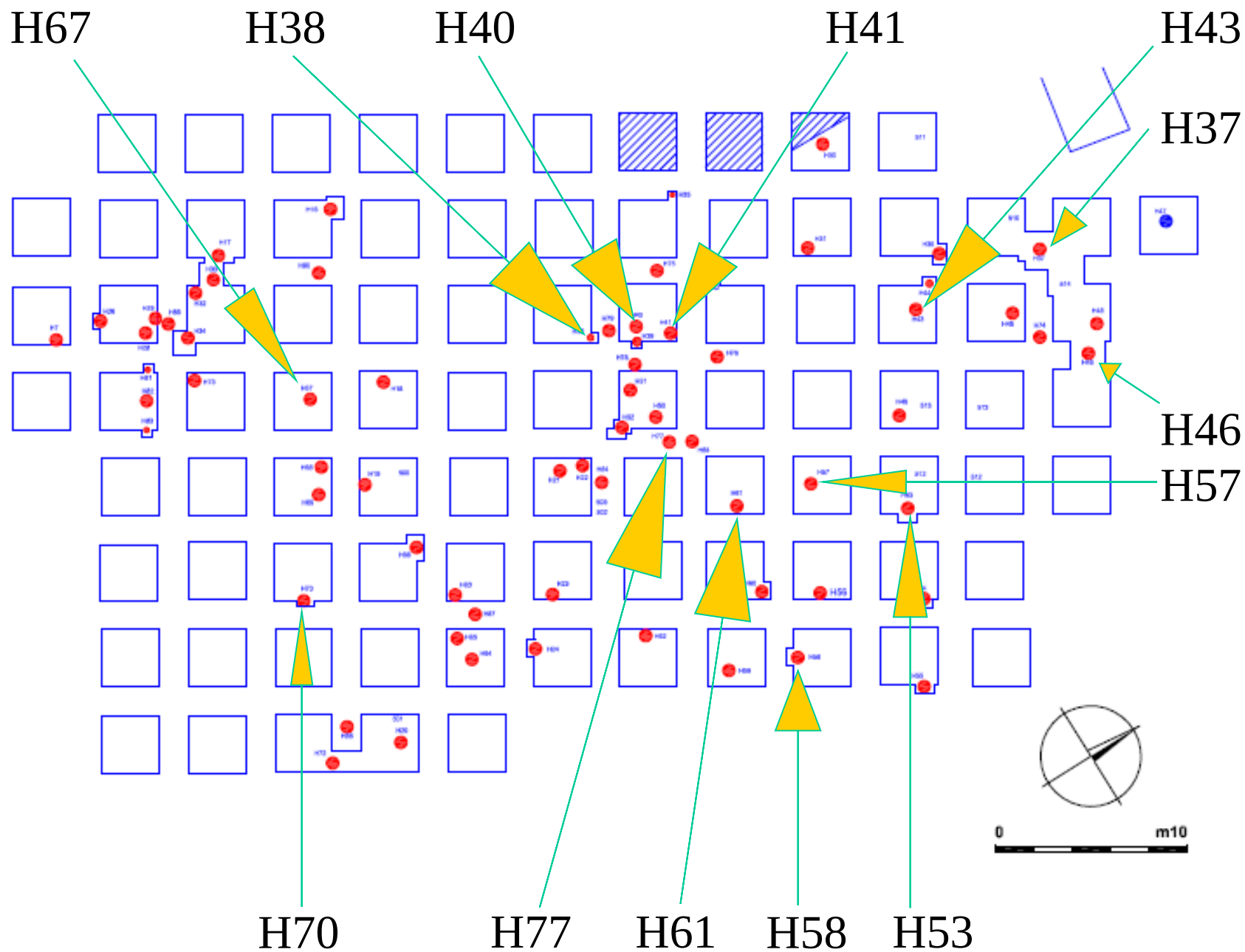
Příbor



Výzkum žárového pohřebiště KLPP v Příboře - poloha lokality (2007)



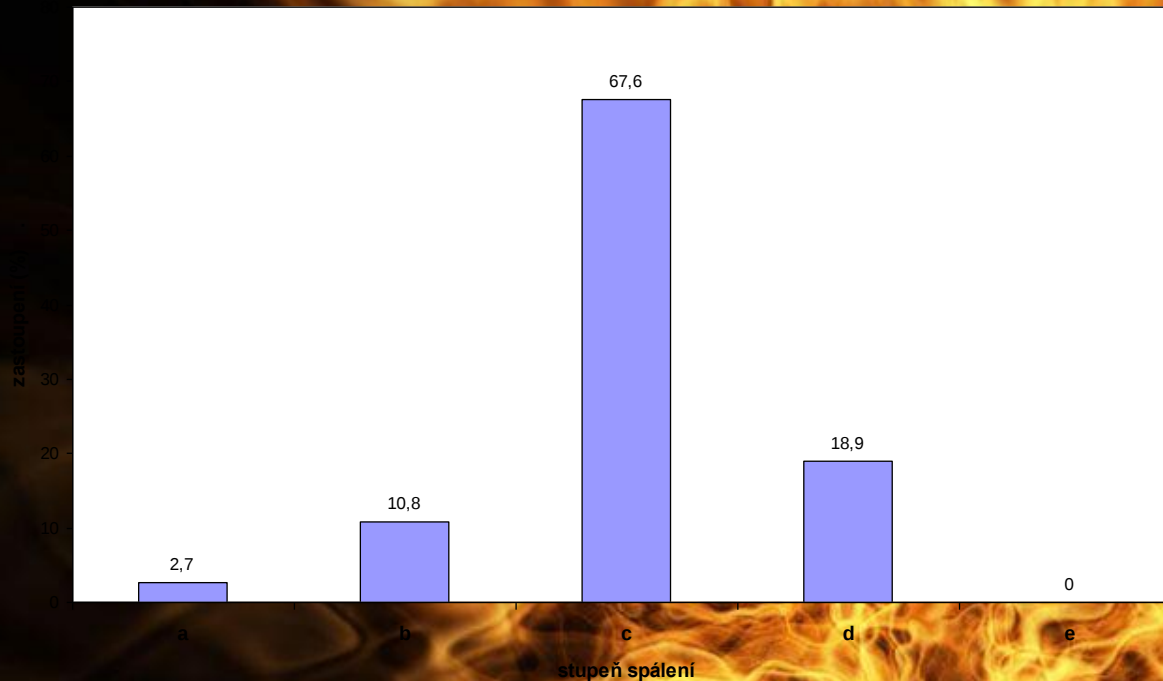
Celkem zdokumentováno 89 žárových hrobů a 7 koncentrací keramiky





Pohřební ritus lužické kultury

Stupeň spálení kostí lužických žárových pohřbů v Čechách (Chochol 1969)



a = křídovité
b = křídovité – dokonalé
c = dokonalé
d = téměř dokonalé
e = nedokonalé

Lužická kultura: dobře organizovaná technická stránka kremace (snad spodní přívod vzduchu, omezení ztrát tepla do okolí), případně použití značného množství paliva (Chochol 1961).

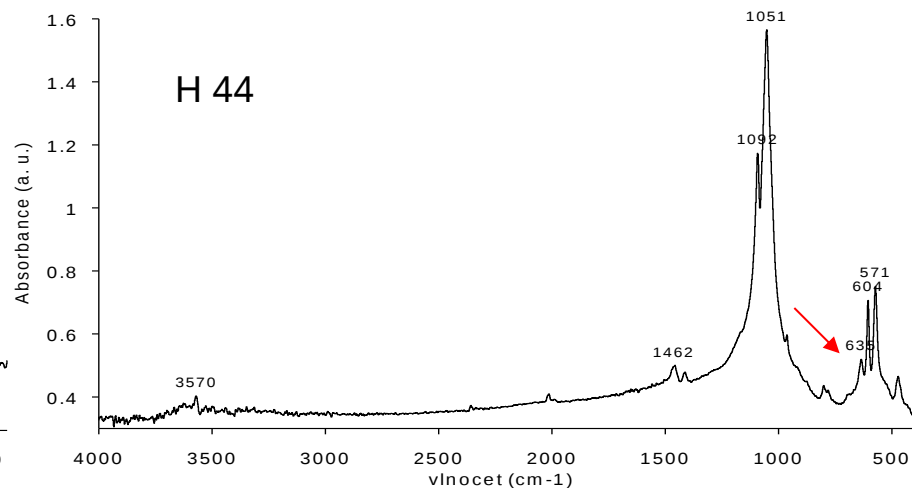
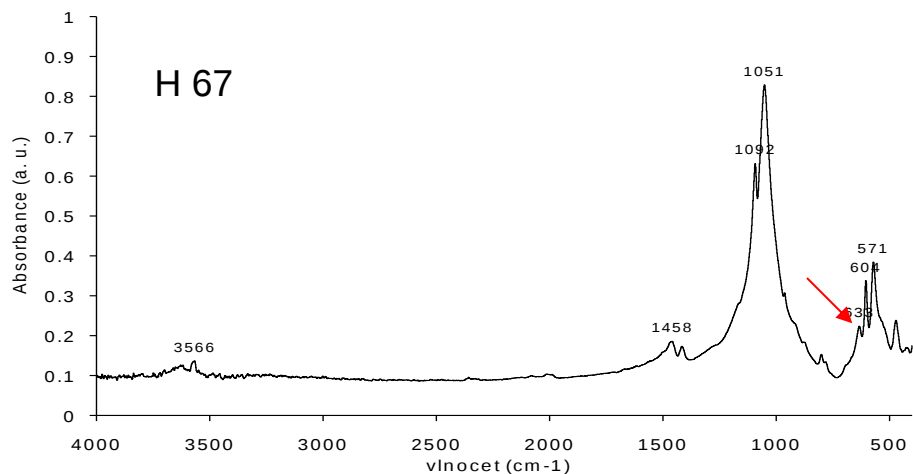
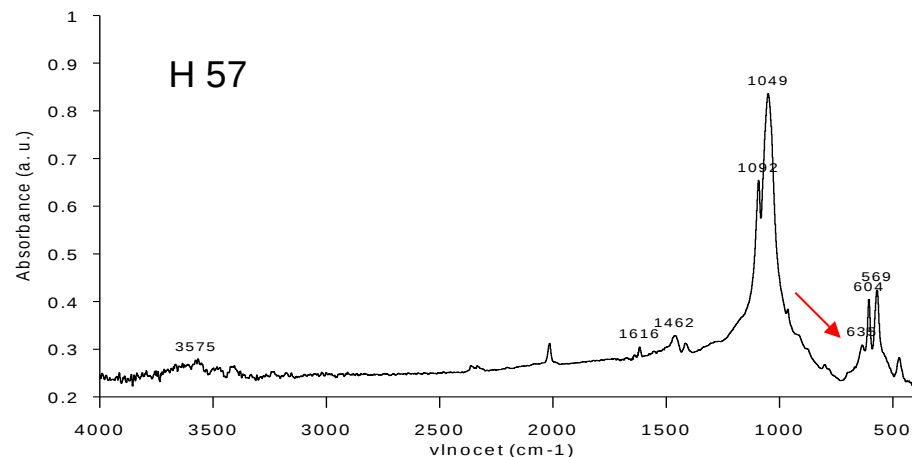
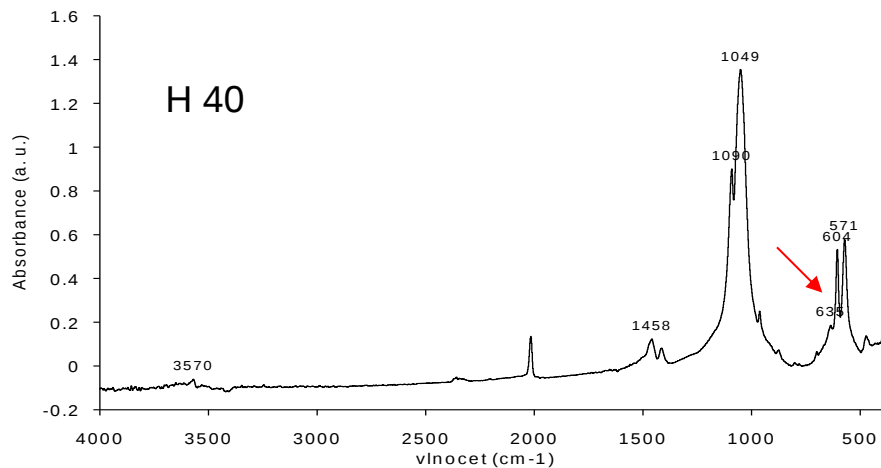
Pohřební ritus lužické kultury



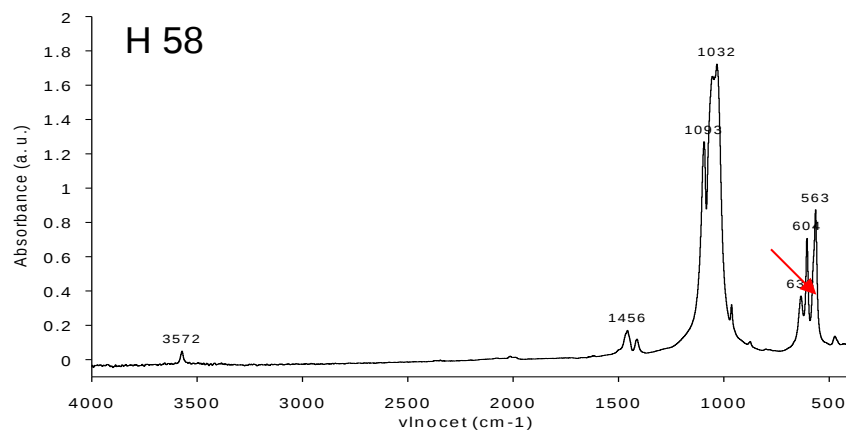
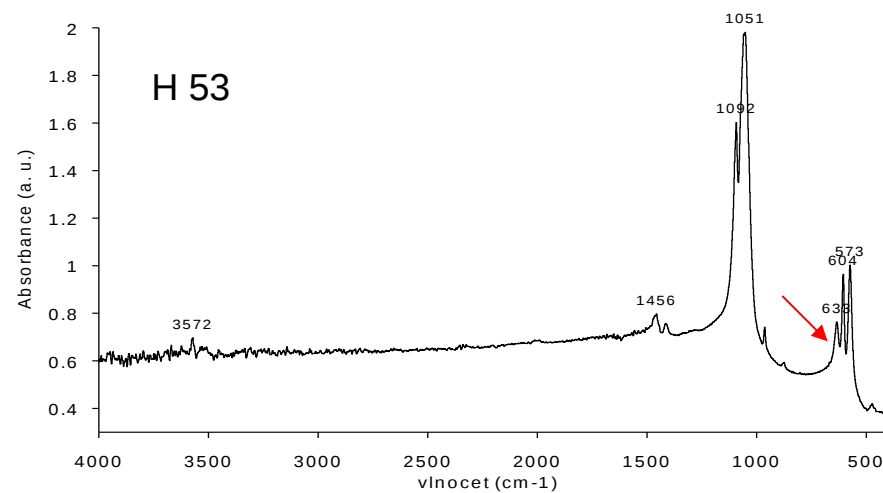
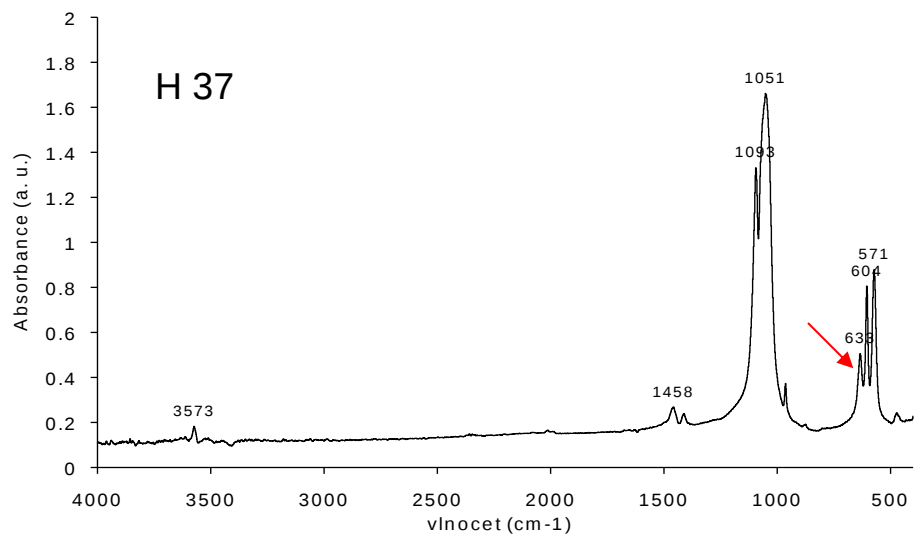
Experimentální hranice (McKinley1997),
zjištěna teplota místy téměř 1000°C.



Analogie: kremace v Tibetu



Teplota spalování se pohybovala zhruba mezi 800 a 900 °C, u hrobů 40 a 57 spíše na spodní hranici tohoto rozmezí (dle pásu β -TCP, cca 655 cm⁻¹). Detailnější odhad teploty kremace by vyžadoval provedení experimentů a použití numerického vyhodnocení spekter.

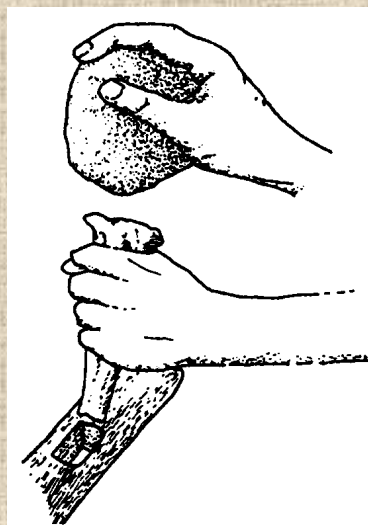
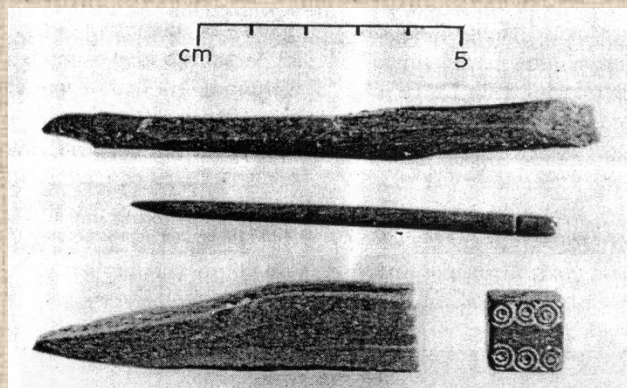
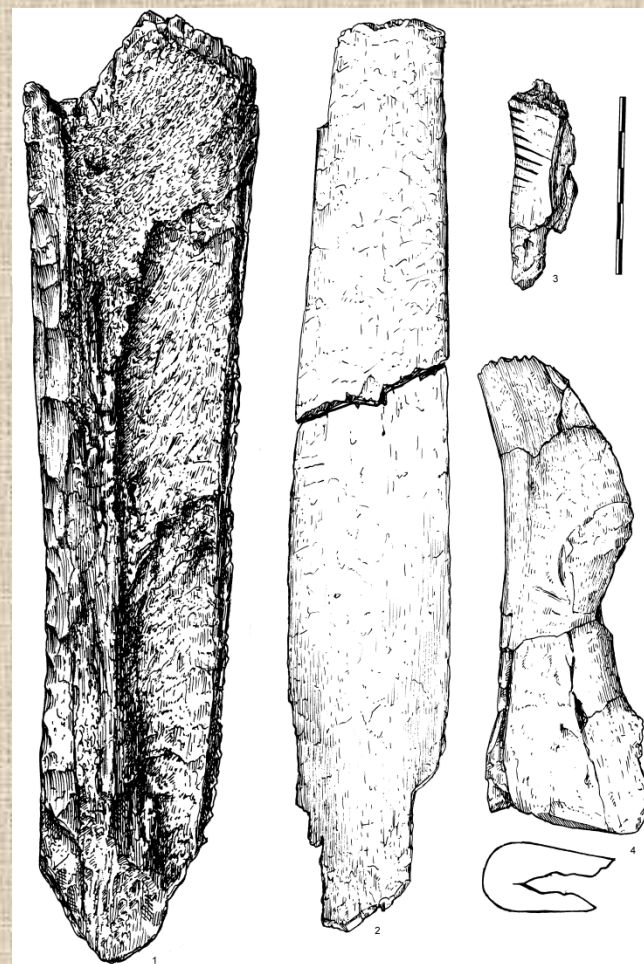
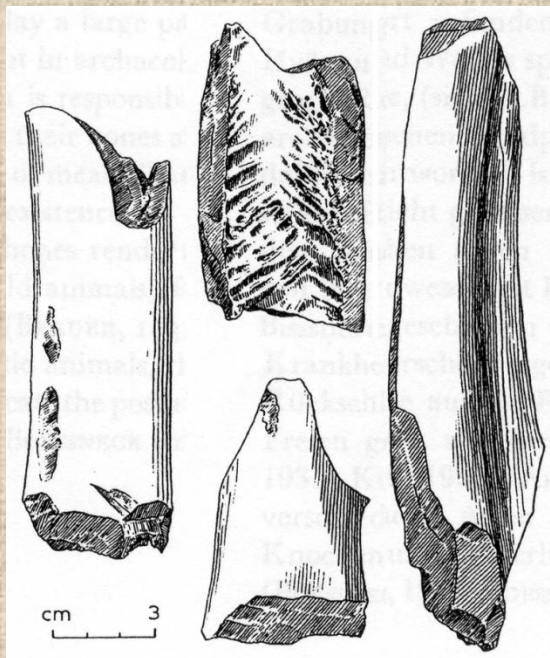
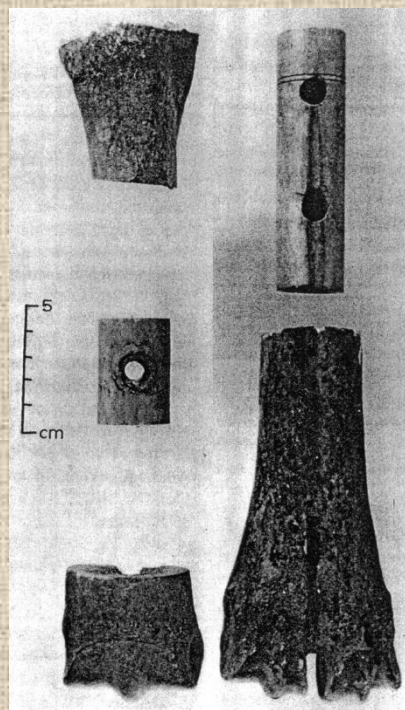


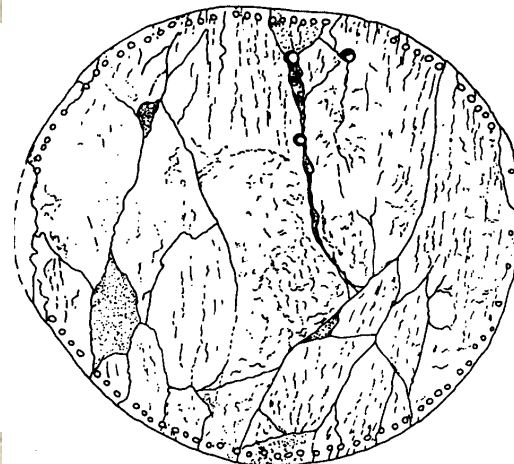
Analýza vzorků z různých kostí téhož spáleného skeletu může ukázat expozici různých částí těla ohni.



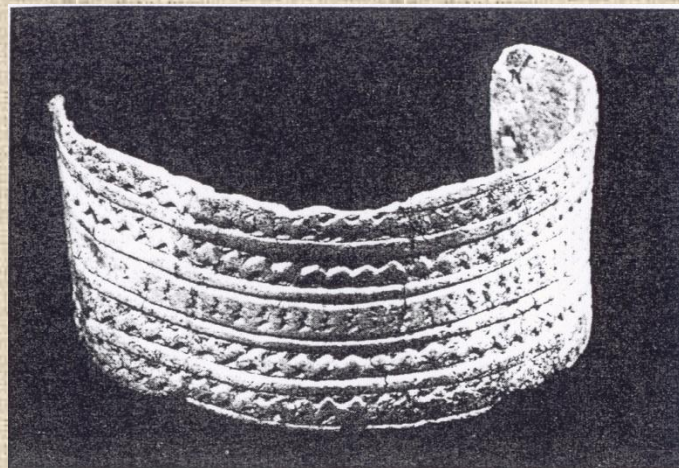
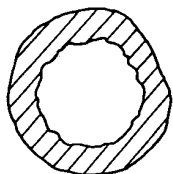
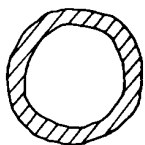
Odhadnutá teplota kremace odpovídá i přepálení nalezených skleněných korálek.

Tafonomie-kostěné nástroje



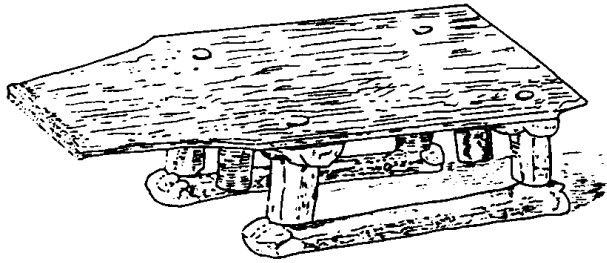


Ozdoby a kostěné předměty

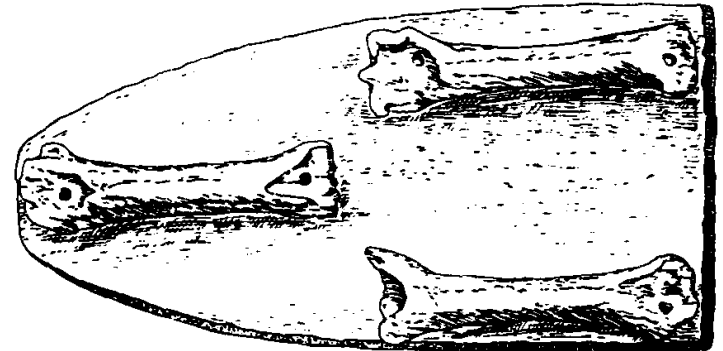
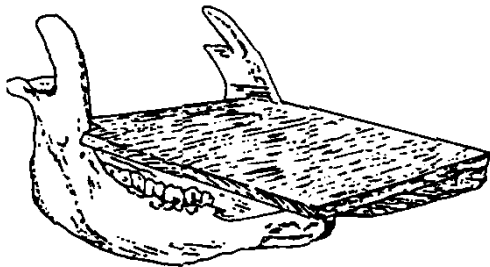
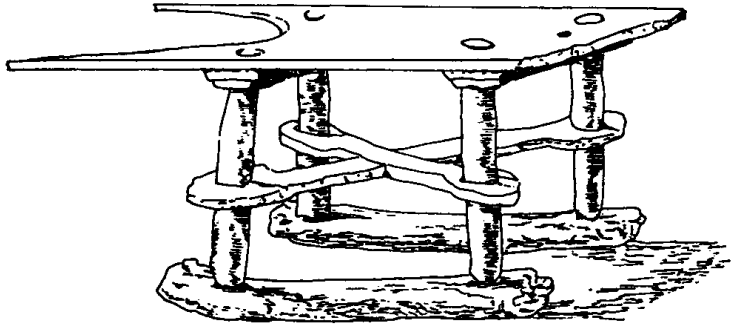


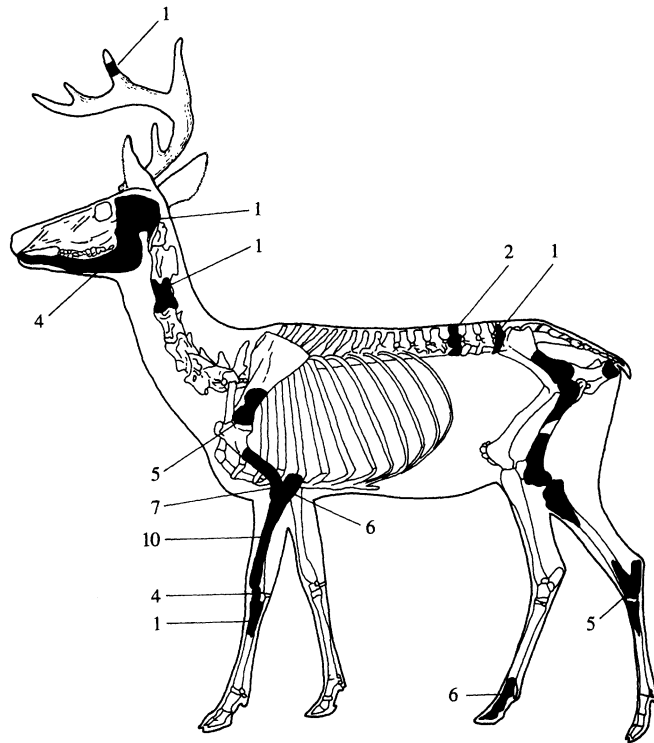
Sáňky a brusle

a

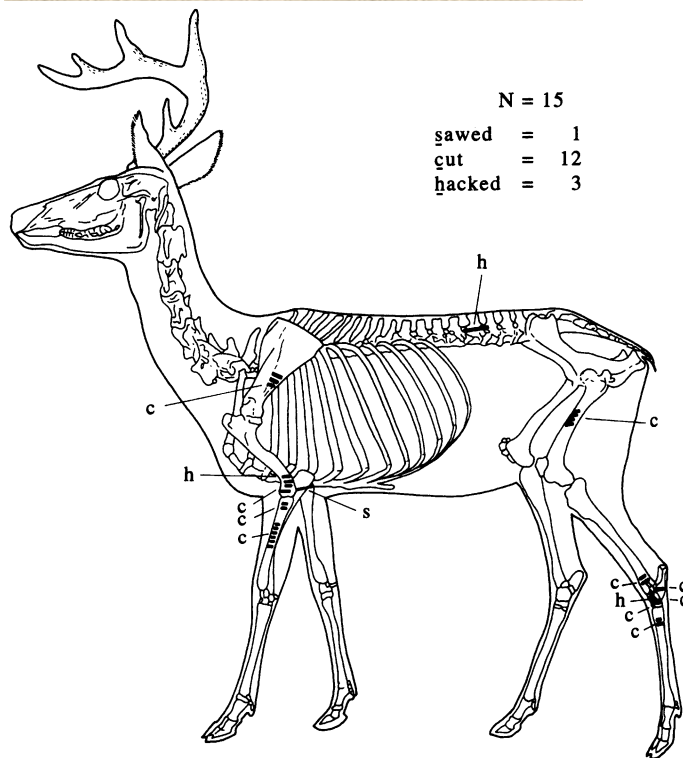
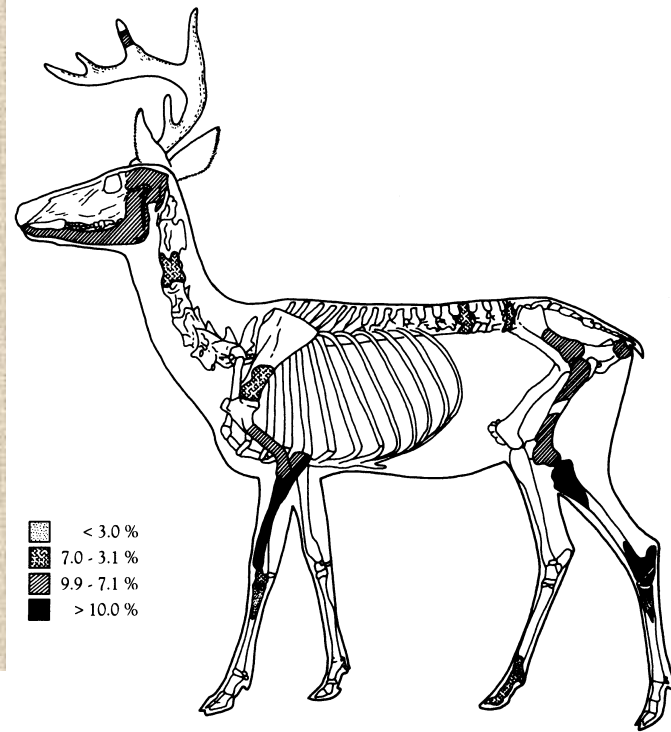


b





Analýza kosterního materiálu



N = 15

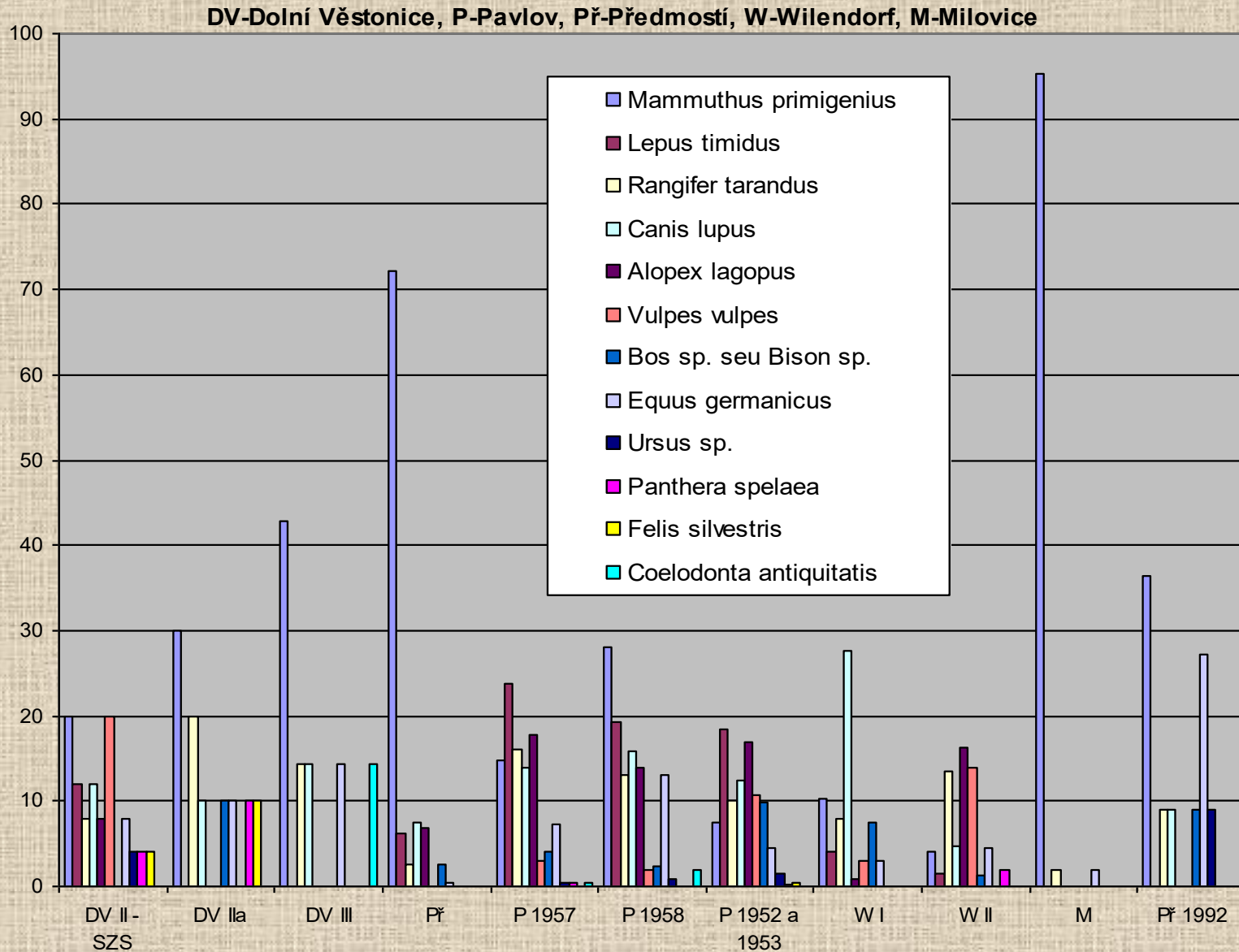
řawed = 1

řut = 12

řacked = 3

Analýza kosterního materiálu

Minimální počet jedinců



Laboratorní zpracování



Odebírání vzorků na zjištění migrací



Laboratorní zpracování

Analýza stabilních izotopů

Stroncium

Izotopy stroncia se dostávají do biosféry a do potravního řetězce zvětráváním krystalických a vyvřelých hornin. Z vody se izotopy dostávají kořenovým systémem do listů rostlin a následně do krevního systému býložravců a následně masožravců. Sr v kostech se váže na PO_4^- místo vápníku (Ca^{2+}). Z poměru Zn a Sr lze zjistit výživu zvířete či člověka. Více stroncia a méně zinku je u býložravců. U masožravců je poměr obrácený.

Poměr $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ závisí na geologickém podloží. Podle izotopového složení v kostech sledovaných zvířat a lidí lze rekonstruovat migraci daného zvířete či člověka během jeho života.

Izotop kyslíku

Poměr izotopů kyslíku $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ nám řekne o klimatu během života zvířete a vodě kterou dané zvíře či člověk pil. Izotop ^{18}O se velmi snadno váže do fosforečnanu vápenatého (tvořícího kost) a do fluoroapatitu (tvoří sklovinu zubu). Podle izotopového složení lze zjistit nejen klima v době života zvířete či člověka, tak rovněž lze zjistit migrace v raném věku.

Izotop dusíku

Podle poměru izotopů dusíku $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ lze říct zdali zvíře či člověk hladověl či ne.

Nejvíce izotopu má maso a nejméně obiloviny. Z rostlin má nejvíce dusíku luštěniny.

Izotop uhlíku

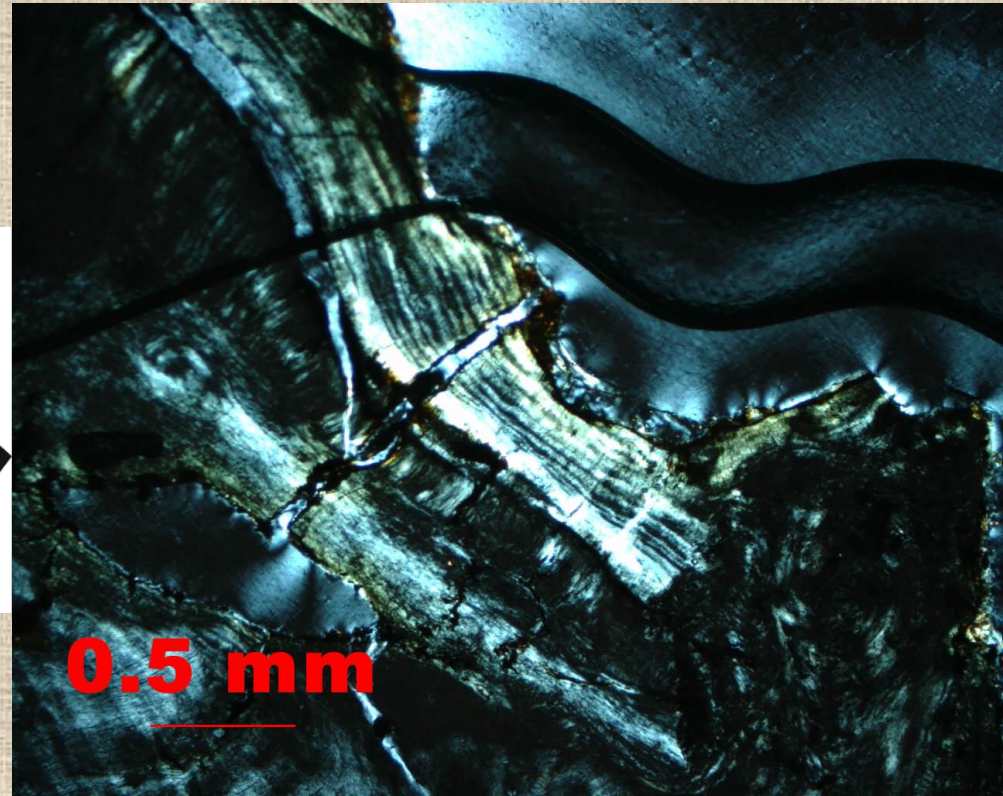
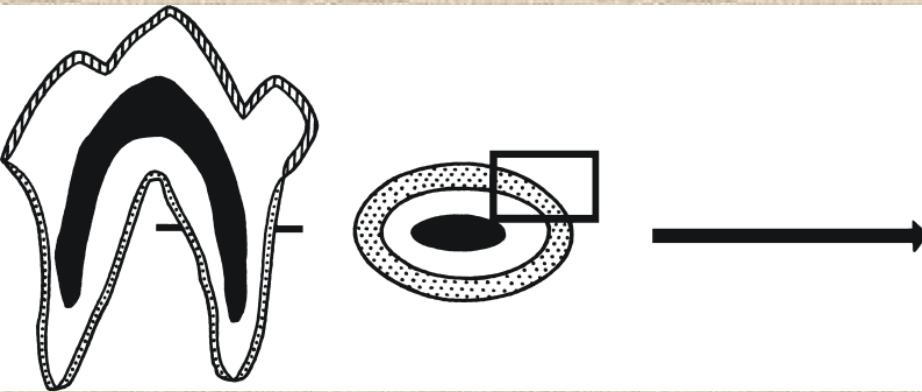
Izotop uhlíku nám něco řekne o složení potravy. Rozlišuje tzv. C4 a C3 rostliny, tzn. rostliny, které zabudovávají během fotosyntézy izotop uhlíku $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ různém poměru do složitých cukrů. U C3 rostlin izotop uhlíku ^{13}C tvoří -22 až -30 ‰, u C4 je -9 ‰ až -16 ‰. C3 rostliny jsou u nás rostoucí stromy, ovocné stromy či rýže, C4 rostliny jsou všechny obiloviny a traviny. Podle zjištěného poměru lze zjistit čím se daný jedinec (zvíře a člověk) živil.

Izotop síry

Podle poměru izotopu $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ lze zjistit nejen výživu daného jedince tak i migraci. Specifický poměr těchto dvou izotopů je odrazem geologického podloží a mikrobiologické aktivity v půdě a vodě. Velký obsah ^{34}S značí ukazuje na potravu bohatou na mořské živočichy.

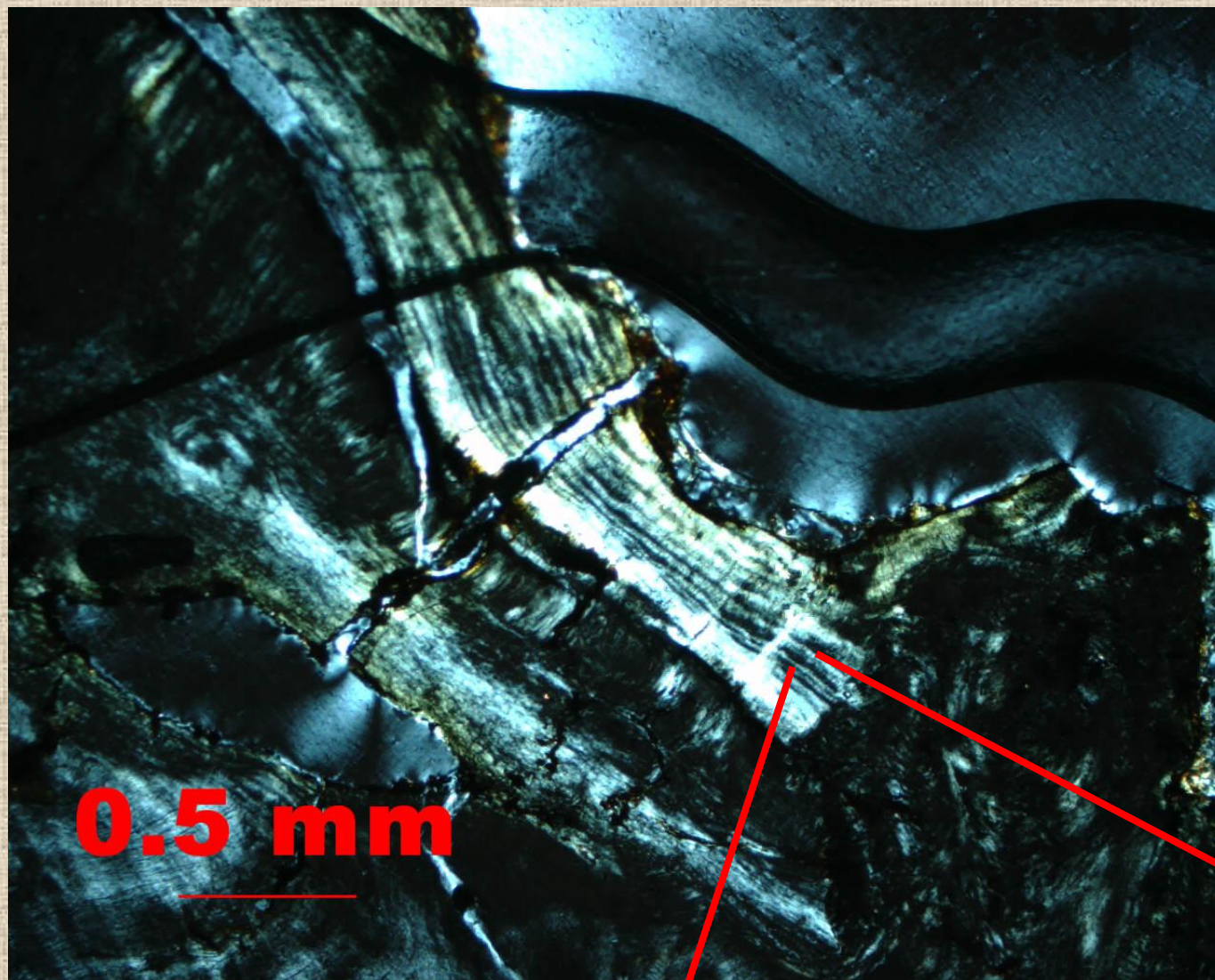
Laboratorní zpracování

- zjištění věku a sezonality na zuby zvířete



Použit polarizační mikroskop

Laboratorní zpracování



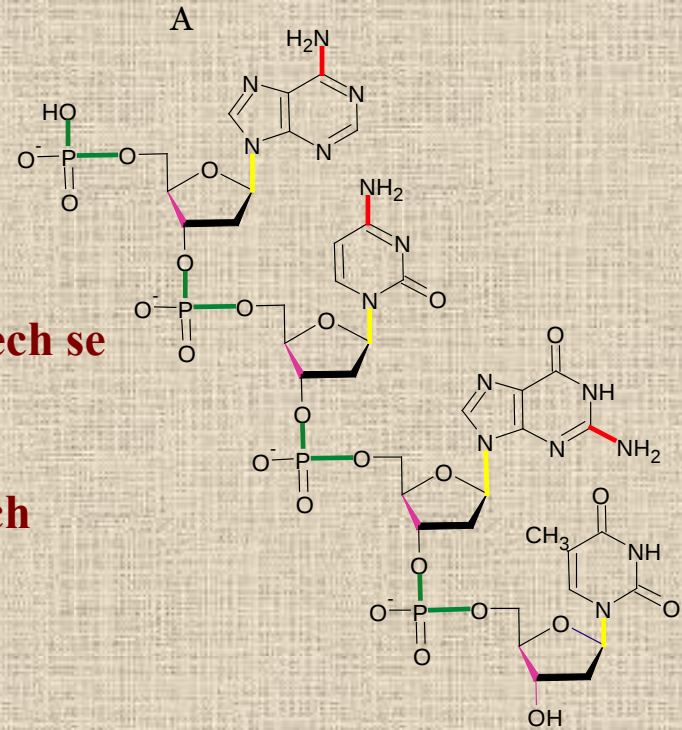
0.5 mm

„zimní“ přírůstek

„letní“ přírůstek

Archeogenetika

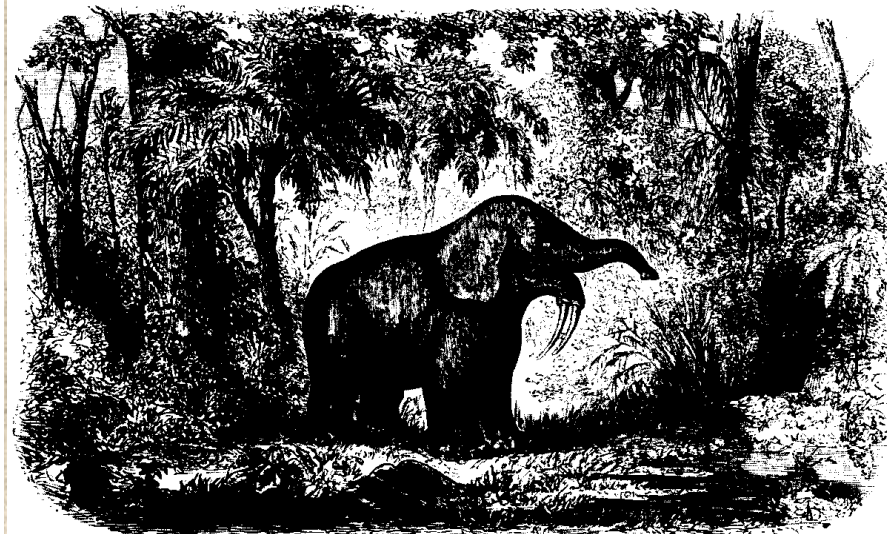
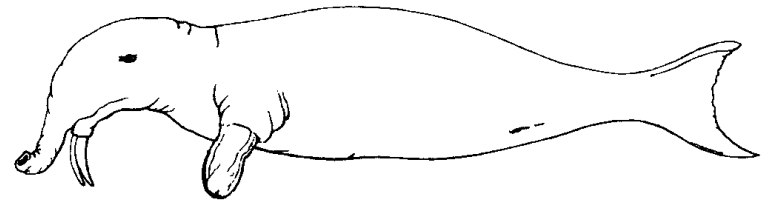
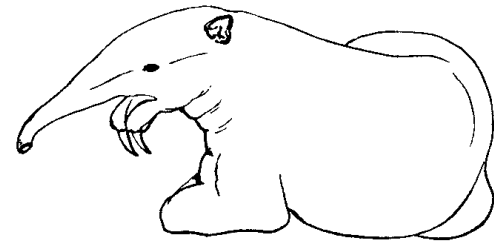
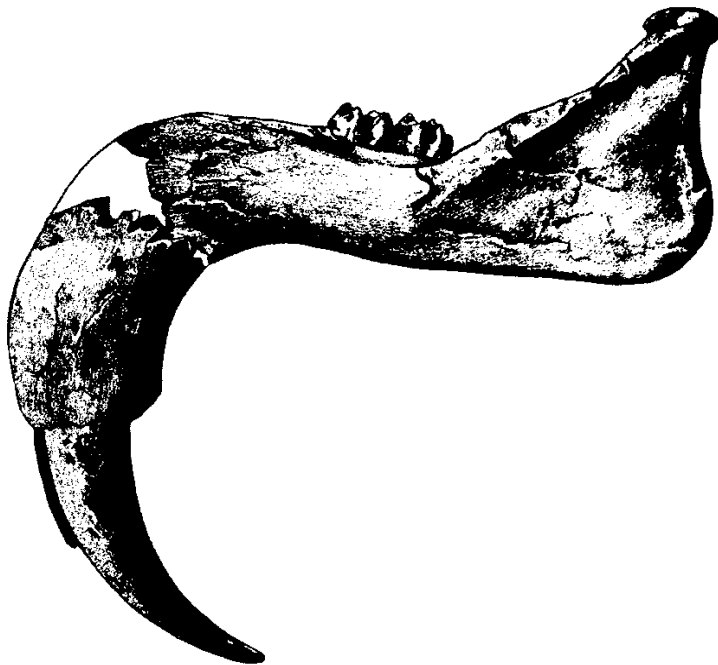
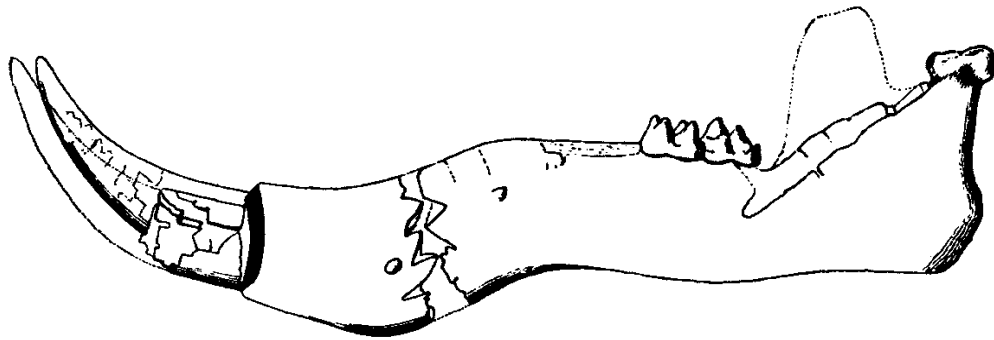
- jako nový obor se prosadila v roce 1990
- nejdříve se zaměřovala na lidskou DNA, v posledních letech se začala zajímat o zvířecí a rostlinný archeologický materiál
- z jaderné a mitochondriální DNA lze zjistit původ domácích druhů zvířat, plemena, pohlaví, křížení s divokými druhy
- z populační genetiky lze zjistit pohyb domácích i divoce žijících zvířat
- z analýz DNA lze zjistit migrace jednotlivých kusů zvířat a tím zjistí obchodní a migrační cesty zvířat i lidí

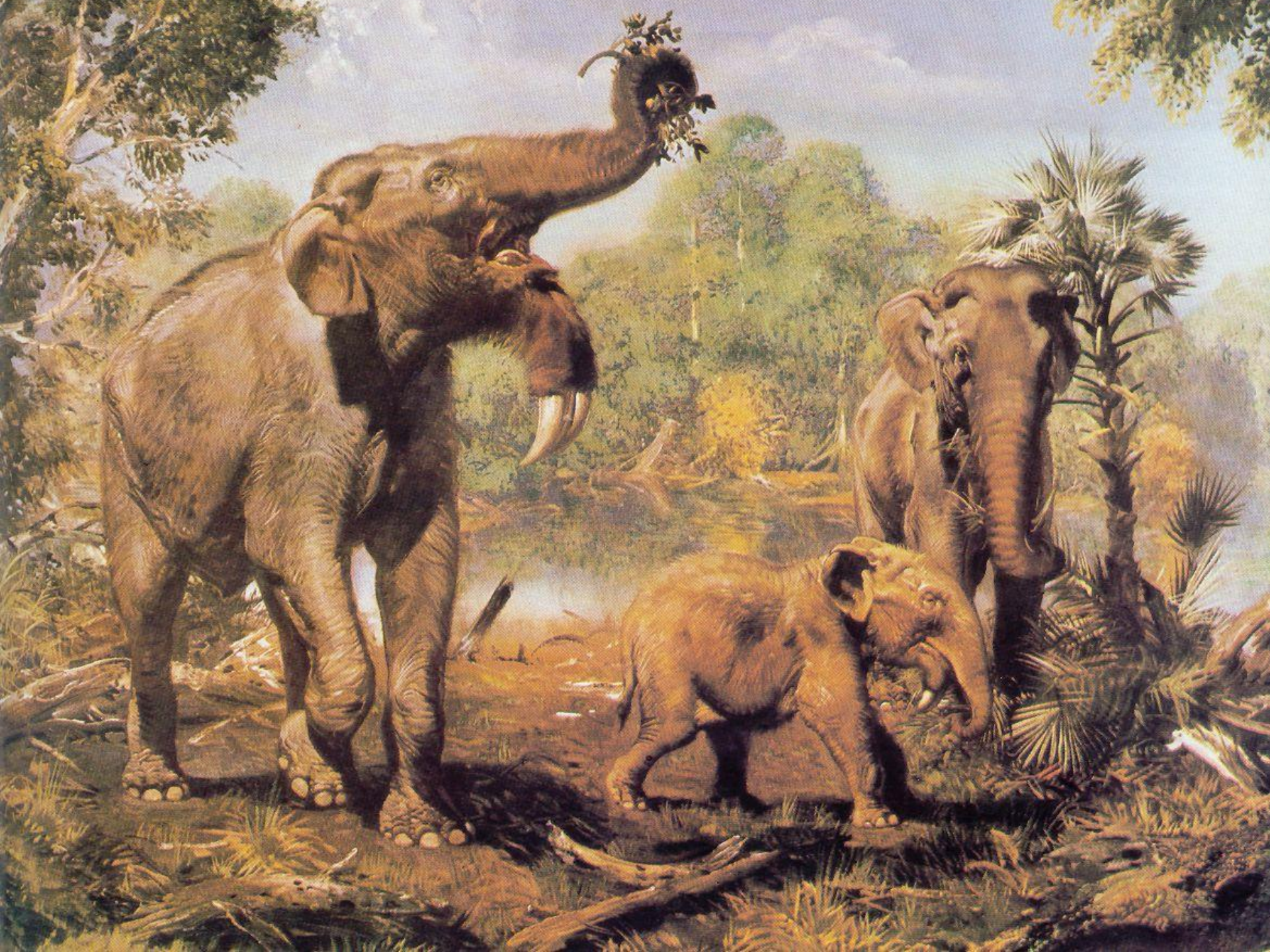


Literatura:

Pavelka, J. a Šmejda, L. (2007): Archeogenetika domestikovaných zvířat. *Archeologické rozhledy*, LIX, 315-335

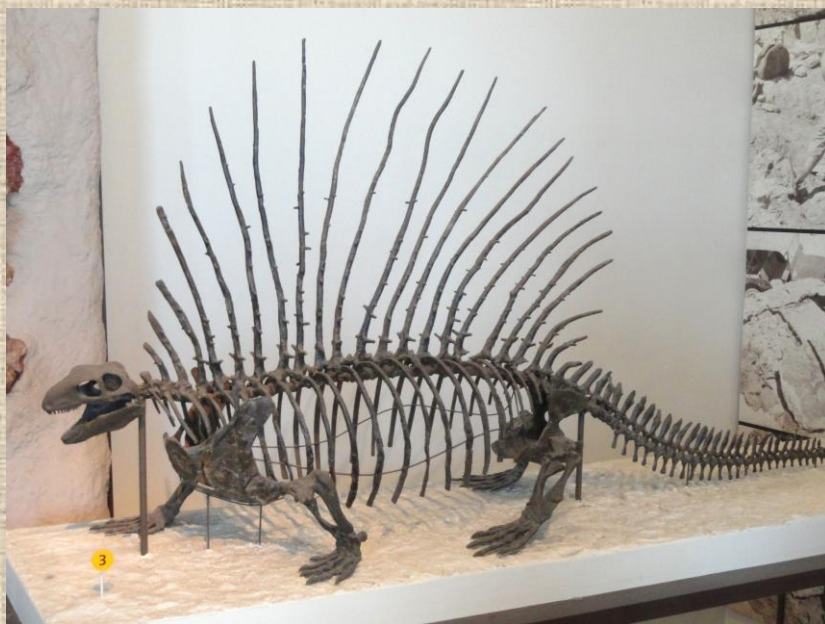
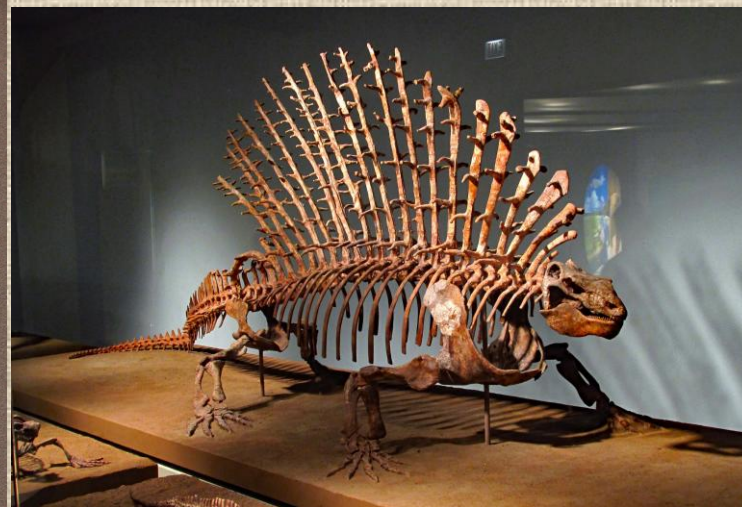
Rekonstrukce zvířete







Fyziologie a archeozologie



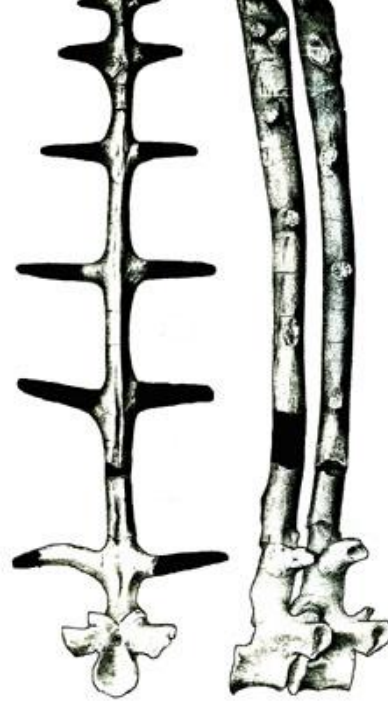


Fig. 63.—Three anterior cervicals of *N. claviger*, No. 4015
Am. Mus. $\times \frac{1}{2}$. Showing the small centra and
large spines and the inclination of the neck.

Děkuji za pozornost!

