

CITES ID atlas

ZUBY a DRÁPY



**CENTRUM ENVIRONMENTÁLNÍCH
FORENZNÍCH VĚD**

Ústav pro životní prostředí

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy



Zuby a drápy

**Pavla Říhová
Dagmar Mirzoev
Dominika Formanová**

CENTRUM ENVIRONMENTÁLNÍCH FORENZNÍCH VĚD

2025

Autoři:

- Mgr. Pavla Říhová
- Mgr. Dagmar Mirzoev
- RNDr. Dominika Formanová, Ph.D.

Fotografie: Autoři jsou uvedeni u jednotlivých fotografií v textu.

Kresby: David Říha

© Centrum environmentálních forenzních věd, 2025

Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova

Vydala Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Albertov 2038/6, 128 43 Praha 2

Tisk Imprimé s.r.o., Náměstí 14. října 1307/2, 150 00 Praha 5

1. vydání, 2025

ISBN 978-80-7444-121-9

Publikace je primárně určena pro státní orgány prosazující právo (Policii ČR, Celní správu ČR, Českou inspekci životního prostředí a státní zastupitelství), orgány ochrany přírody, forenzní experty a odborná pracoviště zabývající se problematikou wildlife kriminality.

Materiál je elektronicky ke stažení zde:

<https://forensics.natur.cuni.cz/ke-stazeni/zuby-drapy>



Tato publikace je výsledkem projektu **Efektivní využívání forenzních metod dokazování v oblasti boje proti wildlife crime** (VJ01010026), který byl podpořen Ministerstvem vnitra z Programu Strategická podpora rozvoje bezpečnostního výzkumu ČR 2019-2025 (IMPAKT 1).



Poděkování za spolupráci a odborné konzultace:

- Univerzita Karlova
 - Ing. et Ing. Anna Kubátová, Ph.D.
 - Mgr. Zdeněk Novák
 - RNDr. Jakub Trubač, Ph.D.
- Národní muzeum v Praze
 - Doc. RNDr. Petr Benda, Ph.D.
- Clark R. Bavin National Fish and Wildlife Forensics Laboratory
 - Barry Baker
 - Edgar O. Espinoza
 - Johnnie French
- Natural History Museum London
 - Louise Tomsett
- Ing. Benjamin Hlivka
- Agentura ochrany přírody a krajiny
 - Ing. Silvie Ucová
- Ústav jaderné fyziky AV ČR
 - Ing. Kateřina Pachnerová Brabcová, Ph.D.
- Česká inspekce životního prostředí
 - Mgr. Martin Marko
- Národní památkový ústav, hospital Kuks
 - Vojtěch Krátký
- Náprstkovo muzeum asijských, afrických a amerických kultur

Poděkování za poskytnutí fotografií:

- Tomáš Kotouč
- Richard Jaroněk
- Bc. Arthur Sniegón, Save Elephants
- RNDr. Jiří Šafář, AOPK
- Václav Krpelík
- Mgr. Vít Lukáš
- Jessica Terrill, National Wildlife Forensic Laboratory, USA
- Lincoln O'Barry, Dolphin Project
- Celní správa ČR
- Hlavní celní úřad ve Frankfurtu nad Mohanem
- Secret World Wildlife Rescue & Lancashire Badger Group
- Vidal Haddad Junior, Botucatu School of Medicine, São Paulo State University, Brazil

Obsah

strana

1. ZUBY	7
1.1. Historické použití zubů	8
1.2. Současný obchod se zuby	9
1.3. Obecná stavba a typy zubů savců	11
• Anatomie zubů	11
• Složení zubů	11
• Typy chrupu	15
• Morfologie zubů savců	16
• Zubní vzorec	17
1.4. Určení stáří dle zubů	19
• Stanovení věku jedince	19
• Radiouhlíkové datování	22
2. SLONOVINA	23
2.1. CHOBOTNATCI • PROBOSCIDEA	24
• Sloni • Elephantidae	25
- Anatomie sloních zubů	26
- Anomálie klů	28
- Sloní stoličky	28
- Slonovina	29
- Srovnání vzhledu klů a slonoviny u recentních druhů slonů	32
- Zestařování	33
- Identifikace slonoviny	34
- Použití slonoviny	38
• Mamut srstnatý • <i>Mammuthus primigenius</i>	45
- Mamutovina	46
- Mamutí stoličky	49
- Mamutí odontolity	49
• Mastodonti	50
2.2. PLOUTVONOŽCI • PINNIPEDIA	51
• Mrož lední • <i>Odobenus rosmarus</i>	52
- Mroží zuby	52
- Použití mrožoviny	54
- Fosilní „zkamenělá“ mrožovina	56
2.3. KYTOVCI • CETACEA	57
• Narval jednorohý • <i>Monodon monoceros</i>	58
- Narvalí kel	58
- Použití narvalích klů	60
• Vorvaň obrovský • <i>Physeter macrocephalus</i>	62
- Vorvaní zuby	63
- Použití vorvaních zubů	66
• Kosatka dravá • <i>Orcinus orca</i>	69
- Zuby kosatek	70
- Použití zubů kosatek	70

• Porovnání zubů vorvaně a kosatky	71
• Další kytovci	72
• Napodobeniny zubů kytovců	73
2.4. SUDOKOPYTNÍCI • ARTIODACTYLA	75
• Hroch obojživelný • <i>Hippopotamus amphibius</i>	76
- Hroší zuby	77
- Použití hroších zubů	80
• Prasatovití • Suidae	82
- Zuby prasat	83
- Porovnání morfologie špičáků prasat	88
- Použití zubů prasat	89
2.5. SIRÉNY • SIRENIA	91
• Dugong indický • <i>Dugong dugon</i>	92
- Zuby dugongů	92
- Použití zubů dugongů	93
2.6. NÁHRAŽKY SLONOVINY	94
• Kost	94
- Složení a stavba kosti	95
- Rozlišení kosti od slonoviny	96
- Použití kostí	97
• Parohy	100
• Zoborožec helmový • <i>Rhinoplax vigil</i>	101
- Stavba helmy	102
- Identifikace helmy zoborožce	103
• Mušle, korály	104
• Rostlinná slonovina	105
- Použití rostlinné slonoviny	106
• Umělé materiály	107
- Celuloid	108
- Náhražky na bázi bakelitu	109
- Náhražky s kaseinem (milk ivory)	109
- Kompozitní materiály	110
2.7. JAK IDENTIFIKOVAT SLONOVINU	111
• UV světlo	112
• Test horkou jehlou, zahřátím	114
• Morfologické posouzení	114
- Rozlišení kosti a slonoviny	115
- Určení konkrétního druhu na základě morfologických znaků na řezu	116
• Další metody identifikace	118
• Přehled kategorií ochrany u materiálů podobných slonovině	120
3. ŠELMY • CARNIVORA	121
• Kočkovité šelmy • Felidae	122
- Zuby kočkovitých šelem	124
- Určení stáří dle zubů	134
- Použití zubů kočkovitých šelem	136
• Psovitě šelmy • Canidae	138

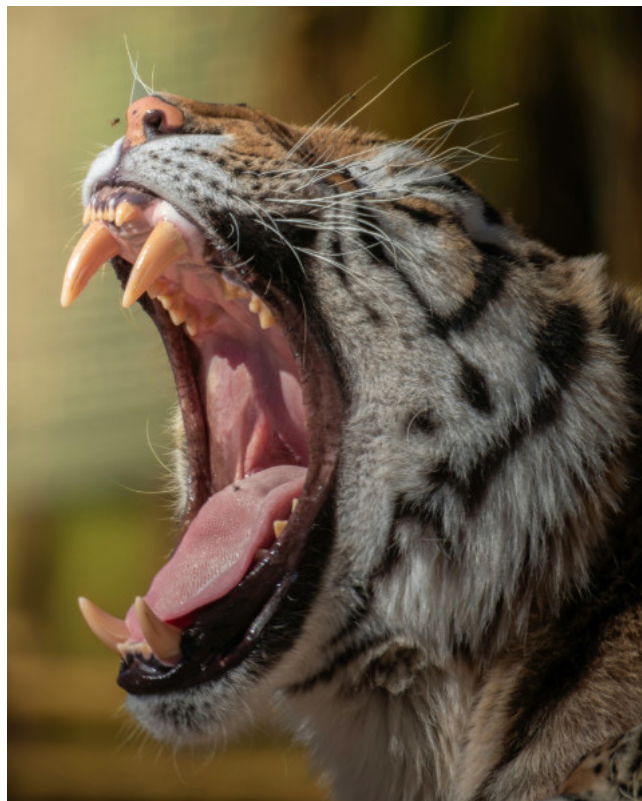
- Zuby psovitých šelem	139
- Určení stáří vlka dle stavu zubů	142
• Medvědovité šelmy • Ursidae	143
- Zuby medvědovitých šelem	144
• Hyenovité šelmy • Hyaenidae	150
- Zuby hyenovitých šelem	150
- Použití zubů hyen	152
• Ploutvonožci • Pinnipedia	153
- Zuby lachtanů a tuleňů	154
• Zubní vzorce šelem	158
4. DALŠÍ DRUHY	160
4.1. Primáti • Primates	160
• Zuby primátů	161
• Použití opičích zubů	162
4.2. Sudokopytníci • Artiodactyla	163
• Velbloudi • Camelus	164
• Jelenovití • Cervidae	165
• Pekariovití • Tayassuidae	166
4.3. Krokodýli • Crocodylia	167
• Krokodýlí zuby	167
• Aligátoři, kajmani • Alligatoridae	168
• Krokodýli • Crocodylidae	168
• Použití krokodýlích zubů	169
4.4. Žraloci • Selachii	170
• Zuby žraloků	171
• Identifikace žraločích zubů	172
• Použití žraločích zubů	172
4.5. Pilouni • Pristidae	173
5. DRÁPY	174
5.1. Historické a současné využití drápů	174
5.2. Obchod s drápy	176
5.3. Obecná stavba a funkce drápů	177
• Anatomie drápu	177
• Funkce drápů	178
• Odstraňování drápů – onychektomie	179
5.4. Determinace drápů	181
• Rozlišení pravých a umělých drápů	182
• Druhová identifikace	184
- Průřez drápem	185
- Tvary drápů	186
- Kočkovité šelmy • Felidae	187
- Medvědovité šelmy • Ursidae	189
- Další druhy zvířat zajímavé z hlediska drápů	192
6. POUŽITÁ LITERATURA	194

ZUBY

Zuby slouží živočichům k různým činnostem souvisejícím s příjmem potravy, obranným nebo sociálním chováním. Jejich funkce spočívá především v uchopování, trhání, drcení či žvýkání potravy, což usnadňuje její zpracování v trávicím traktu. U mnoha druhů zuby slouží k chycení, udržení a usmrcení kořisti, vlastní obraně, projevování dominance či zastrašování, uchopování předmětů nebo přenášení mláďat. Jejich velikost, tvar a funkce bývají druhově specifické, závisí na typu přijímané potravy, způsobu života a dalších okolnostech. Některé druhy mají zuby specificky přeměněny, např. do podoby klů.

Skutečné zuby se v živočišné říši nachází **pouze u obratlovců**. Zuby má většina savců, plazů a obojživelníků, všechny žijící druhy paryb, svaloploutvých a paprskoploutvých ryb.

Lidé byli vždy zvířecími zuby a kly fascinováni, zvláště pokud se jednalo o velká a nebezpečná zvířata (sloni, kytovci, šelmy, žraloci, krokodýli ad.). Zvířecí zuby byly a jsou v různých formách využívány po celém světě a často jde o velmi lukrativní zboží. Slouží jako surovina pro řezbářství, talismany, symboly moci, vyrábí se z nich šperky, části hudebních nástrojů, ozdobné předměty či dekorace, v některých regionech jsou využívány i jako medicína. Obchodně zajímavé jsou především zuby přeměněné v kly (kromě slonů se v řezbářství využívají i další druhy, jejichž zuby jsou dostatečně velké), špičáky šelem, zuby žraloků a krokodýlů.



Při kontrolách a realizacích se lze se zuby a výrobky z nich poměrně často setkat. Důležitá je determinace konkrétního druhu, protože mnoho živočichů, jejichž zuby se nějakým způsobem zpracovávají, je **chráněno**

mezinárodní úmluvou CITES a obchod s nimi je zakázán. Některé skupiny zvířat jsou zařazeny do příloh CITES kompletně jako celé taxony (sloni, kytovci, primáti, medvědi, kočkovité šelmy ad.), teoreticky by tedy mohla stačit determinace do úrovně daného vyššího taxonu. Často je však zapotřebí i **určení konkrétního druhu**. Důvodem mohou být rozdíly ve vzácnosti (stanovení míry nebezpečnosti nelegálního jednání), ale především skutečnost, že v rámci daného taxonu mohou být některé druhy zařazeny do vyšší kategorie ochrany, což má vliv na posouzení, zda byla naplněna skutková podstata trestného činu nebo zda jde jen o přestupek.

Špičáky šelem jsou častým obchodním artiklem (foto Jesús Esteban San José, Pexels, <https://www.pexels.com/cs-cz/foto/detailni-zaber-zivajiciho-tygra-ve-volne-prirode-30326798/>)

Příklad důležitosti určení konkrétního druhu:

Kočkovité šelmy jsou všechny řazeny minimálně do přílohy CITES II (B dle legislativy EU), některé vzácné druhy jsou ale řazeny do vyšší přílohy CITES I (A dle legislativy EU), protože se jedná o druhy přímo ohrožené vyhoubením. Rozdíl v zařazení do přílohy je důležitý pro posouzení, zda se dle české legislativy může jednat o trestný čin či nikoli. Pokud např. zuby nalezené při realizaci pochází z tygra (CITES I/A), stačí k naplnění skutkové podstaty trestného činu jediný exemplář. Pokud by se jednalo o zuby lva (CITES II/B), muselo by jich pro naplnění skutkové podstaty být alespoň 25 kusů.

Morfologická determinace je prvním a rozhodujícím krokem posouzení exemplářů. Pokud se zuby nachází v lebce, k determinaci lze využít identifikační znaky na lebce a tzv. zubní vzorec (viz dále). U samotných izolovaných zubů je determinace složitější, ale i zde lze najít charakteristické znaky, které je možné za určitých okolností využít k rozlišení jednotlivých druhů. Zuby mají různé tvary a velikosti, na jejich povrchu se nachází špičky, řezné hrany či hrbolaté plochy, u některých druhů jsou zuby přeměněny v kly, odlišná bývá vnitřní struktura apod. Při determinaci je nutno brát v potaz, že zuby mohou mít zachovaný původní tvar, ale mohou také být různě upravené, nabarvené, vyřezané či jinak zpracované. Objevují se rovněž napodobeniny, ať již z přírodních, či umělých materiálů.

Historické použití zubů

Zuby a kly zvířat po tisíciletí sloužily jako materiál pro řezby, ozdoby, šperky či dekorace, byly z nich vyráběny i různé nástroje a zbraně. Velké špičáky se používaly jako symboly moci, vůdcovství a hodnosti, spolu s dalšími předměty rostlinného a živočišného původu (např. lebky, kůže, peří) bývaly součástí regálií panovníků.

Předměty vytvářené ze zubů mívaly vysokou hodnotu společenskou (status, moc), duchovní (religiózní předměty) i finanční. Použití různých druhů zvířat se lišilo v závislosti na místní dostupnosti, společným znakem však bylo, že šlo vždy o zvířata silná, nebezpečná a divoká. Lidé věřili, že síla zvířete přechází na nositele předmětu.

V Evropě byly od doby kamenné používány kly divokých prasat, špičáky medvědů, vlků či lišek jako ozdoby a symboly. Toto využívání pokračovalo přes dobu bronzovou, železnou, římské období a přesáhlo až do moderní doby. V renesanci byly vlčí zuby upevněné v kovu (zejména ve stříbře) zavěšovány kolem krku kojenců, aby je chránily před nebezpečím a podpořily růst dětských zubů.

V Africe a Jižní Americe byly levhartí, lví a jaguáří **špičáky** součástí náhrdelníků a sloužily jako symboly moci. Duchovně propojovaly nositele náhrdelníku se zvířetem, přinášely mu zdraví a energii a dávaly na odiv status dobrého lovce. K obdobným účelům byly využívány také zuby opic, psovitých šelem, kaloňů ad.

Velké zuby a kly odedávna sloužily jako obchodní artikl a řezbářský materiál. Po tisíciletí probíhal obchod se slonovinou, který doprovázel obchod skořením, otroky a hedvábím. Blíže viz kapitola Použití slonoviny.

Lidé využívali i **zuby a kly mořských druhů**. Inuité lovili mrože, narvaly a vorvaně, materiál z jejich zubů jim sloužil k výrobě zbraní, talismanů, ozdob i řezb. Řezby zvané „tupilak“ fyzicky znázorňovaly duchy a nadpřirozené bytosti z inuitské mytologie. Kel narvala byl po staletí považován za kel mýtického jednorožce. Zuby ozubených kytovců byly využívány i v Tichomoří (zejména vorvaň).

V **tradiční medicíně** se zvířecí zuby používaly jako léčivé prostředky. Použití zvířecích (dokonce i lidských) zubů klíčbě nebylo neobvyklé ani v Evropě. V encyklopedii De Materia Medica sepsané řeckým lékařem Dioscoridem v 1. století n. l. je slonovinový prach uváděn mezi doporučenými léčivy. Tato kniha byla následně přeložena do mnoha jazyků, šířena a využívána jako lékopis až do 16. století (jedná se o jednu z nejdéle používaných přírodopisných knih všech dob). Tradiční čínská medicína dodnes používá zuby mnoha druhů včetně tygrů či levhartů pro léčbu horečky, kousnutí psem nebo jako sedativum.

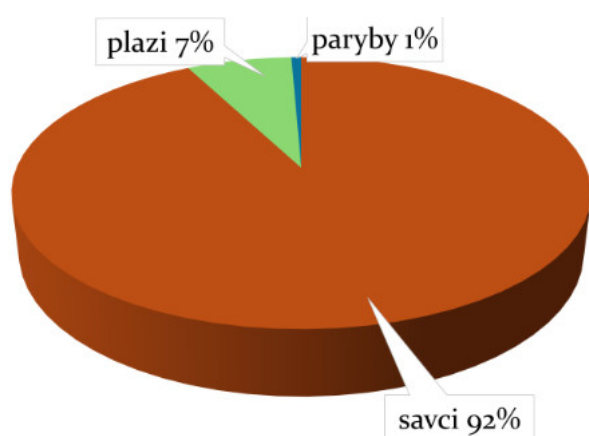
Poměrně časté byly padělky skutečných zubů. Vyráběly se ze dřeva nebo z částí jiných, běžnějších druhů zvířat. V Africe se např. objevovaly náhrdelníky z padělaných lvích či levhartích špičáků, které byly vyráběny ze slonoviny či z kosti. Falešné zuby se v obchodě objevují po stovky let, nejedná se pouze o novodobou záležitost.

Současný obchod se zuby

Celosvětový obchod s ohroženými a chráněnými druhy zahrnuje kromě živých živočichů a rostlin také obchod s mnoha neživými produkty a výrobky. Hlavní komerční kategorie tvoří v současné době ryby a mořské plody, dřevo, móda (kožesiny a kůže), tradiční čínská medicína (TCM), ozdoby a šperky. Velmi časté jsou také turistické suvenýry a sběratelské předměty. Mnoho produktů z těchto kategorií je spojeno se zvířecími zuby, které se zpracovávají a prodávají dodnes.

Obchod s volně žijícími živočichy se týká i nechráněných druhů, bohužel bližší data jsou k dispozici pouze pro druhy spadající pod ochranu mezinárodní úmluvy CITES, viz analýza dále.

Centrum environmentálních forenzních věd Univerzity Karlovy (CEFV, UK) zpracovalo **studii zaměřenou na analýzu legálního a zachyceného nelegálního obchodu s CITES druhy v EU** (Kubátová et al., 2024), v rámci níž byl zhodnocen a kvantifikován mimo jiné i obchod se zuby. Studie využila data z let 2005–2019 z CITES Trade Database vedené UNEP-WCMC a data z databáze EU-TWIX. CITES Trade Database obsahuje nejkomplexnější celosvětové údaje o legálních dovozech a vývozech živočichů a rostlin chráněných úmluvou CITES. Databáze EU-TWIX zaznamenává záchyty nelegálních zásilek CITES druhů v Evropě.



Zastoupení živočišných tříd v obchodu se zuby.

Studie prokázala, že **zuby i v současnosti patří mezi nejčastěji obchodované CITES zboží**. V rámci legálního obchodu byly zuby na 13. místě v počtu transakcí (ročně cca 400 dovozů/vývozů), u zabaveného zboží v Evropě byly na 11. místě, co se týče nejčastěji zabavovaných komodit.

Významněji se obchoduje pouze se zuby tří taxonomických tříd, z nichž zcela **převažují savci**. Zuby ryb a obojživelníků jsou malé a z hlediska zpracování či komerce nezajímavé, ze studie vyplynula absence jakéhokoliv obchodu se zuby těchto skupin živočichů.

Paryby

U paryb se nejvíce obchoduje se zuby žraloka bílého (*Carcharodon carcharias*), který je hlavním zdrojem žraločích zubů a čelistí pro obchod se suvenýry. Další významnou komoditou jsou zuby pilounů (*Pristis* spp.), resp. jejich celé pilovité rostrum.

Lze však reálně předpokládat, že obchodovány jsou i zuby dalších druhů žraloků, bohužel k nim však není dostatek dat (do roku 2016 byl do příloh CITES zařazen pouze žralok bílý, velrybí a obrovský; do této doby byla proto data dostupná jen k těmto druhům).

Plazi

V případě plazů je obchodováno téměř výhradně se zuby krokodýlů *Crocodylia* spp. Převažují krokodýli mořští (*Crocodylus porosus*) a nilští (*Crocodylus niloticus*).

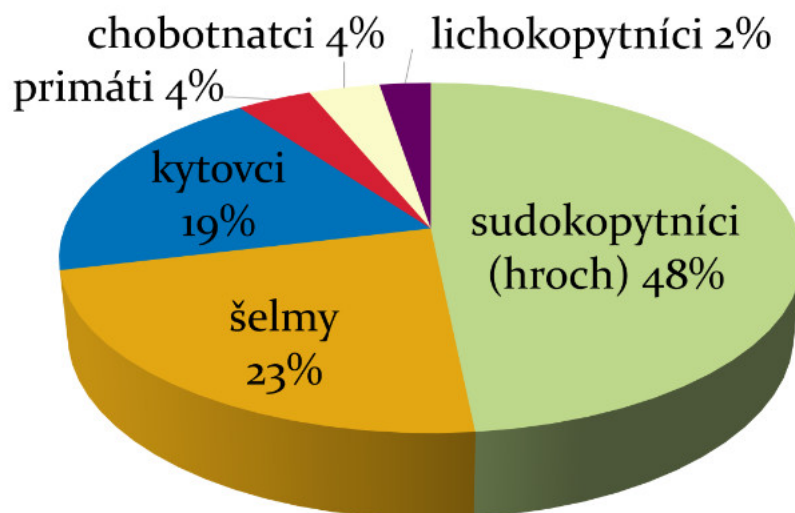
Savci

Ze savčích zubů se nejvíce obchoduje se **zuby hrochů, šelem, kytovců, slonů a primátů**. Ze šelem převažují zuby medvědů (baribal, hnědý a lední), kočkovitých šelem (rod *Panthera*, *Lynx*, *Leopardus*) a kly mrožů. U kytovců se jedná téměř výhradně o zuby vorvaňů a kly narvalů, ojedinelé se obchoduje se zuby kosatky a běluhy. U primátů jsou obchodovány především zuby paviánů.

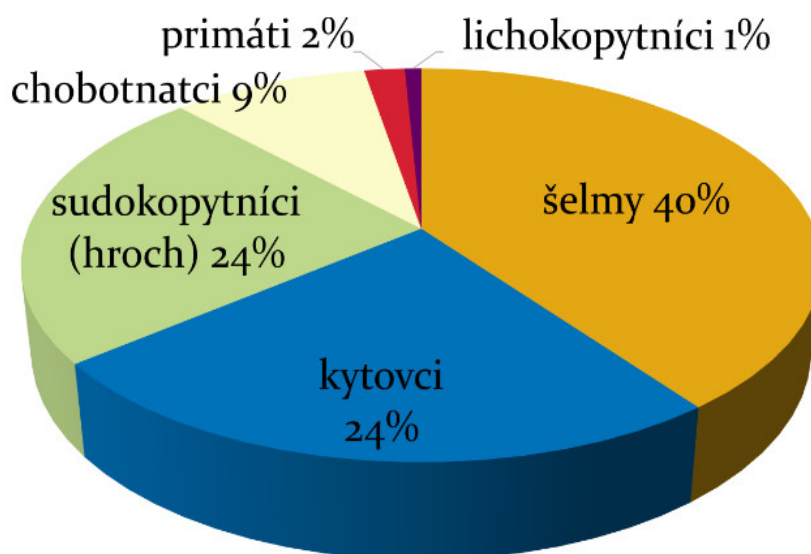
Top 10 druhů v obchodu se zuby

hroch	vorvaň	slon	tygr	medvěd
mrož	narval	lev	jaguár	vlk

Legální obchod se zuby savců v EU



Záchyty nelegálních zásilek se zuby savců v EU



Obecná stavba a typy zubů savců

Anatomie zubů

Zuby savců jsou tekodontního typu, v ústní dutině jsou kotveny v kostech horní čelisti (*premaxilla*, *maxilla*) a dolní čelisti (*mandibula*). Leží v jamkách zvaných zubní lůžka a s kostí jsou spojeny fibrózní pojivovou tkání (periodontální ligament), která je prokrvená, inervovaná a z větší části tvořená kolagenovými vlákny. Oblasti čelistních kostí, která drží a nese zuby, se říká alveolární kost.

Savci s mléčným chrupem mají v alveolární kosti nejprve dočasné jamky pro mléčné zuby, které zmizí, když tyto zuby vypadnou. Trvalé zuby poté rostou v nových jamkách. Specificky probíhá výměna zubů u slonů (blíže viz kapitola Slonovina). Zvířata s jednou sadou zubů (např. ozubení kytovci) mají jamky trvalé. Tekodontní chrup (zuby v jamkách) se objevuje také u krokodýlů, jejichž zuby jsou kontinuálně nahrazovány. Ostatní plazi mají jiné typy chrupu (akrodontní, pleurodontní). Odlišný typ chrupu mají také žraloci, jejichž zuby jsou uchyceny k chrupavčité kostře pomocí vazivové tkáně (nové zuby rostou v řadách na vnitřní straně čelisti, postupně se posouvají vpřed a vytlačují zuby staré).

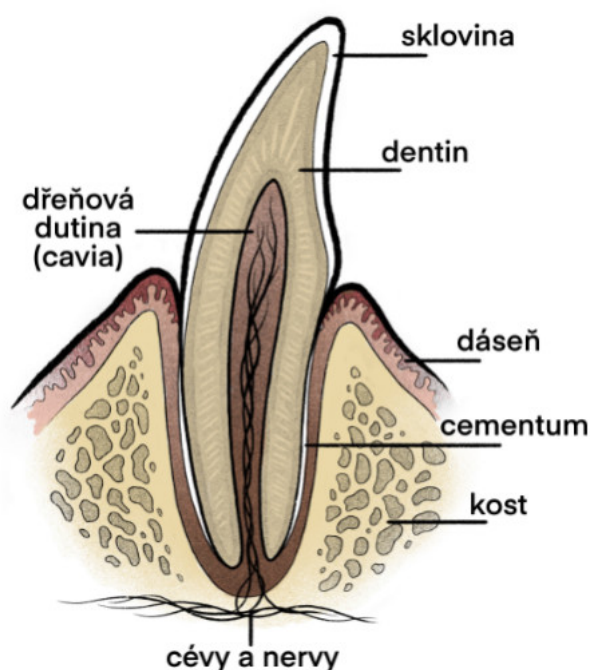
Obecně lze na zubech rozlišit tři základní části: **korunku**, **krček** a **kořen**. Tato stavba však může být u některých taxonů modifikována.

Korunka je část zubu vystupující z dásně do dutiny ústní. Jedná se o viditelnou část zubu, která je pro morfologickou identifikaci druhů nejzásadnější.

Krček se nachází ve střední části zubu a tvoří přechodový úsek mezi korunkou a kořenem.

Kořen je skrytá část zubu, která zub upevňuje do zubního lůžka. Některé typy zubů mají pouze jeden kořen (špičáky), jiné mohou mít až 1-4 kořeny (třenové zuby a stoličky).

Uvnitř zubu se nachází **dřeňová dutina (cavia)**, kterou u živého zubu vyplňuje inervovaná a prokrvená zubní dřeň (pulpa). Primární funkcí dřeně je výživa zubu a výroba materiálu pro jeho stavbu. Na jejím vnějším povrchu se nachází vrstva buněk odontoblastů, které produkují dentin. Srostoucím věkem se dřeňová dutina zmenšuje a ubývá i zubní dřeň.



Stavba zubu (kresba David Říha)

Složení zubů

Zuby se skládají z více typů tkání, jejich zastoupení, struktura či vzhled mohou být charakteristické pro různé taxony.

Dentin (zubovina)

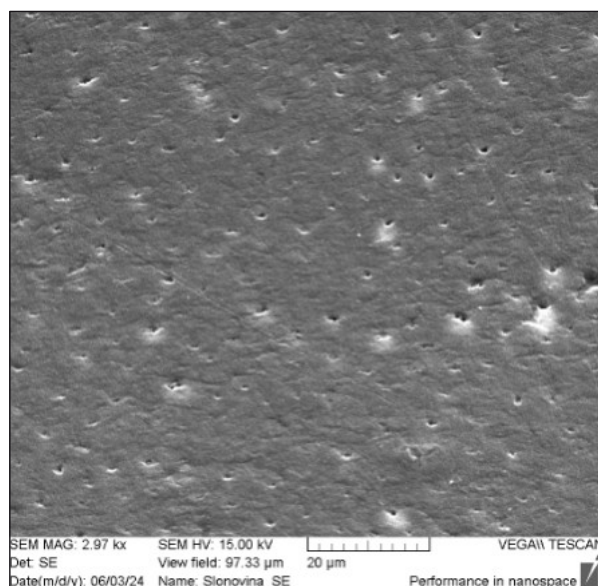
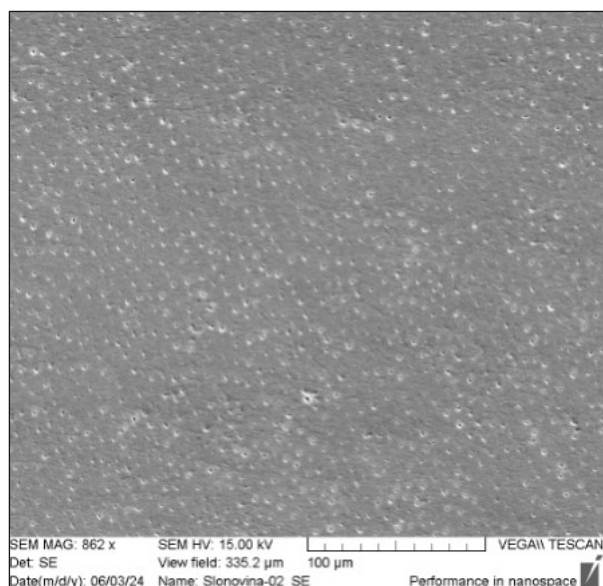
Většinou hmotu zubu tvoří středně tvrdá mineralizovaná tkáň zvaná **dentin**. Tato tkáň se skládá ze 70 % z hydroxyapatitu $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, který je ukládán v podobě malých destičkovitých krystalků, dále z 20 % kolagenu a 10 % vody. Chemické složení dentinu je stejné u všech druhů savců. Na povrchu korunky je dentin krytý sklovinou a na povrchu kořene tenkou vrstvou zubního cementa.

Dentin má slabě nažloutlou barvu, díky kolagenu je pružný a odolný vůči praskání, částečně je i propustný (propustnost klesá s věkem).

Je měkčí než sklovina, ale tvrdší než kost a cementum. Na Mohsově stupnici tvrdosti (1–10) má dentin tvrdost 2,25–3. Různé oblasti zubu vykazují dentin odlišné tvrdosti, měkčí je v kořeni a také v oblasti přiléhající k dřeňové dutině, kde dosud není mineralizovaný. Tvrdost záleží i na druhu a na tom, zda pochází z čerstvě zabitého zvířete nebo skladovaného materiálu.

Dentin je vytvářen buňkami zvanými odontoblasty, které se nachází na okrajích zubní dřeně (pulpy). V zubu je ukládán po vrstvách (přirůstá tzv. kužel v kuželu) v periodicky se opakujících intervalech a postupně mineralizuje. Přirůstky (tzv. inkrementální linie) jsou viditelné na příčném řezu pod mikroskopem, rozlišují se na krátkodobé vznikající v časovém úseku 24 hodin (von Ebnerovy linie) a dlouhodobé vznikající v delší periodě (Andresenovy linie). Velikost přirůstků je druhově specifická, záleží i na stáří jedince a vnějších podmínkách. Maximum produkce dentinu nastává po prořezání zubu, poté se produkce zpomaluje. Pokud je zub poškozen, odontoblasty produkují globulární dentin s nepravidelnou strukturou.

Základním morfologickým znakem dentinu jsou paralelní **dentinové tubuly**, které vznikají při tvorbě dentinu a nachází se v celé jeho tloušťce. Jedná se o mikroskopické kanálky vyplněné tekutinou a výběžky odontoblastů (tzv. Tomesova vlákna). Vedou od dřeňové dutiny směrem k cementu a mívají průměr 0,5–2,5 µm. Kanálky obklopuje více mineralizovaná tvrdší vrstva (peritubulární dentin), která postrádá kolagen. Celá tato struktura funguje jako zpevňující prvek (obdoba kari sítě).



Dentinové tubuly ve slonovině. Fotografováno pomocí skenovacího elektronového mikroskopu SEM, 862x a 2970x zvětšeno (foto Jakub Trubač)

Díky kanálkům je dentin částečně porézní a pokud je barven, např. při barvení slonoviny, barvivo prostupuje dovnitř hmoty skrz dentinové tubuly a obarví ji (na rozdíl od skloviny, která tubuly nemá a barvivo neabsorbuje). Velikost, orientace a hustota dentinových tubulů může být druhově specifická. V dentinu se dále nachází **kolagenová vlákna**, která probíhají rovnoběžně s povrchem zubu, kolmo na průběh dentinových tubulů.

Dentin s věkem jedince stárne, mění barvu (více do žluta) a dochází k degeneraci dentinových tubulů.

Sklovina

Zubní sklovina je extrémně tvrdá tkáň chránící zub (jde o nejtvrdší tkáň v těle). Skládá se z 96 % hydroxyapatitu $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, z 3,5 % vody a 0,5 % proteinů (kolagen). Krystaly hydroxyapatitu jsou mnohem větší než v dentinu a mají hranolovou strukturu. Kolagen ve sklovině není fibrózní (netvoří vlákna). Nízké zastoupení kolagenu způsobuje, že sklovina je křehká a praská.

Barevně je sklovina světlejší než dentin a je poloprůsvitná (translucentní). Barva se v průběhu života jedince mění, s věkem je tenčí a průsvitnější a více prosvítá spodní vrstva nažloutlého dentinu.

Sklovina má tvrdost 6 na Mohsově stupnici, proto se při řezbách vždy odstraňuje (je příliš tvrdá na opracování). Produkována je buňkami ameloblasty, které po ukončení vývoje zubu mizí. Obdobně jako u dentinu sklovina přirůstá formou denních přírůstků (příčné linie) a dlouhodobějších přírůstkových linií (Retziusovy linie). Po ukončení růstu zubu se již neobnovuje, pouze se obrušuje (u některých druhů v průběhu života zcela zmizí). Pokud dojde k jejímu poškození, nemá schopnost regenerace. Druhy se silnějším skusem vykazují větší tloušťku vrstvy skloviny. **Podle tloušťky a opotřebení skloviny se dá za určitých okolností odhadnout věk zvířete.**

Ve struktuře skloviny se nenachází **žádné kanálky/tubuly** jako v dentinu. Výjimku tvoří vačnatci, hrabáči (přímo zvaní Tubulidentata), damani a někteří lemuři (vari, sifaka), kteří mají tzv. tubulární sklovinu s kanálky. Většina savčích druhů však má sklovinu se strukturou tzv. **prismat**, což jsou hranolová uskupení krystalů hydroxyapatitu. Prismata mohou být rovná, ale obvykle se různě stáčí a formují tzv. **Hunter-Schregerovy proužky**. Tvar těchto proužků bývá druhově specifický, např. u primátů jsou široké, u šelem se výrazně vlní (u hyen až cik cak), u nosorožců jsou vertikální atd. Případná determinace dle této struktury je však složitá, vyžaduje výbrusy materiálu a mikroskopické zkoumání. Prismata se ve sklovině nachází i u žraloků, krokodýli oproti tomu mají sklovinu bez prismat (aprismatická sklovina).

Sklovina savčích zubů je ve srovnání s jinými obratlovci mnohem silnější, neboť zuby mají omezenou výměnu a musí vydržet celý život jedince. Zvířata s kontinuální výměnou zubů (např. krokodýli) mají vrstvu skloviny tenčí, protože jejich zuby jsou pravidelně obnovovány a nahrazovány novými.

U některých druhů živočichů se minerální složení skloviny zubů liší:

- Ve sklovině žraloků a některých ryb převažuje jako minerální složka fluorapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, který je méně rozpustný a tvrdší než savčí hydroxyapatit.



Ve sklovině žraloků převažuje fluorapatit, který je méně rozpustný ve vodě než hydroxyapatit savců. Na fotografii žralok bílý (foto Tomáš Kotouč)

- U některých hlodavců (bobři, nutrie, potkani, krysy ad.) je přední strana řezáků pokryta sklovinou zpevněnou vyšším obsahem železa, což způsobuje oranžovočervené zbarvení zubů. Tím, že je přední strana zubu tvrdší než zadní, se zub při používání stále brousí.
- Varan komodský (*Varanus komodoensis*), skvrnitý (*V. salvator*), Rosenbergův (*V. rosenbergii*) a mangrovový (*V. indicus*) mají špičky a řezné hrany zubů zpevněné železitou vrstvou viditelnou jako zřetelná oranžová linie.



Některé druhy plazů, např. varan skvrnitý (*Varanus salvator*), mají špičky a hrany zubů zpevněné železitou vrstvou (foto Pavla Říhová)

- Zpevnění zubů železem bylo potvrzeno i u některých druhů krokodýlů, např. krokodýla mořského (*Crocodylus porosus*) a aligátora severoamerického (*Alligator mississippiensis*). Ne vždy musí být zuby obsahující železo oranžově zbarveny.

Cementum

Cementum je tvrdá mineralizovaná tkáň, která pokrývá krček a kořen zubu a kotví zub v dásni. Skládá se ze 50-60 % hydroxyapatitu, 30-40 % organických látek (kolagen) a 10-20 % vody. Složením a tvrdostí se cementum podobá kosti, ale není prokrvené, ani inervované.

Obvykle jde o relativně tenkou, nažloutlou a jemně zrnitou vrstvu. Tloušťka a umístění cementa se může druhově lišit, např. masivní kly slonů, mrožů a narvalů mají vrstvu cementa na celém povrchu klu, u některých druhů a typů zubů se vyskytuje hypercementóza (zbytnění cementové vrstvy).

Cementum je produkováno v průběhu celého života buňkami cementoblasty, které se nacházejí na povrchu dentinu v oblasti kořene. Při poškození se do určité míry může obnovit. Neobsahuje dentinové tubuly, na řezu obvykle vykazuje pravidelné **koncentrické linie**.

Složení	dentin	sklovina	cementum	kost
minerály (zejména hydroxyapatit)	70 %	96 %	50 - 60 %	60 - 70 %
organické látky (zejména kolagen)	20 %	0,5 %	30 - 40 %	20 - 30 %
voda	10 %	3,5 %	10 - 20 %	10 - 20 %

Typy chrupu

Chrup je soubor zubů v ústní dutině. U většiny nesavčích druhů jsou zuby v průběhu života opakovaně vyměňovány (polyfyodontní chrup). U savců je však výměna zubů omezená a mají pouze dvě generace zubů (difyodontní chrup) nebo dokonce jen jednu (monofyodontní chrup). Životnost zubů je díky tomu prodloužena, zuby jsou odolnější a mohou dorůst větších velikostí.

Typy chrupu		
difyodontní	monofyodontní	polyfyodontní
2 sady zubů – dočasný mléčný chrup a trvalý chrup	jedna sada zubů, které nejsou nahrazovány	zuby jsou nahrazovány po celý život
• většina savců	• ozubení kytovci • ploutvonožci • řezáky hlodavců	• paryby, ryby, • obojživelníci, plazi

Během života má většina savců dvě generace zubů:

- mléčný (dočasný) chrup
- trvalý chrup

K výměně (přezubování) dochází u různých druhů v různou dobu, např. u velkých kočkovitých šelem ve stáří 8-12 měsíců, u šimpanzů 3-6 let apod.

Dočasný mléčný chrup

Mléčné zuby se vyvíjí v prenatálním období a do ústní dutiny se obvykle prořezávají krátce po narození. Jsou menší, mají slabší a bělejší (až namodralou) vrstvu méně mineralizované skloviny. Korunka a kořeny bývají tvarově odlišné od trvalých zubů. V mléčném chrupu chybí stoličky, které se prořezávají až v trvalém chrupu. Obecně má mléčný chrup méně zubů než chrup trvalý, např. u většiny psovitých šelem má pouze 28 zubů (trvalý 42 zubů).

Trvalý chrup

Souběžně s prořezáváním mléčných zubů probíhá vývoj většiny trvalých zubů, které se formují pod mléčnými a postupně rostou, až mléčné zuby vytlačí. Trvalé zuby jsou větší a robustnější, sklovina má obvykle nažloutlou barvu.

U slonů probíhá výměna zubů (vyjma klů) formou tzv. horizontální sukcese, kdy je vtlamě vždy jen jeden lícni zub na každém kvadrantu a po obroušení je zezadu vytlačen novým (k dispozici je celkem 6 sad lícni zubů). Obdobně mají horizontální sukcese i kapustňáci, kteří však mají počet stoliček neomezený.

Většina savců má **heterodontní chrup**, tj. mají v ústní dutině různé typy zubů s odlišnou velikostí, funkcí a morfologií. Vzácně se u některých skupin vyskytuje **chrup homodontní**, kdy jsou všechny zuby podobné a mají téměř shodnou morfologii. Jde např. o ozubené kytovce.

Morfologie zubů savců

Tvar a morfologie zubů souvisí u savců se způsobem příjmu potravy. Mnoho skupin má dentici různě redukovanou či uzpůsobenou, některé typy zubů mohou být značně specifické. Větší variabilitu vykazují korunky zubů, kořeny tak různorodé nejsou.

Základní typy zubů jsou:

řezáky I (*incisivi*)

špičáky C (*canini*)

třenové zuby P (*praemolares*)

stoličky M (*molares*)

Řezáky (*incisivi*)

Jedná se o nejpřednější zuby v horní i dolní čelisti (horní řezáky jsou vždy v premaxille). Mívají jeden menší a kratší kořen.

Existuje mnoho morfologických variant řezáků, např. u šelem bývají ostré a zašpičatělé, u primátů dlátovité, lemuři je mají ve tvaru hřebínku, hlodavci a zajícovci pozměněny v neustále dorůstající hlodáky atd. U některých skupin jsou řezáky přeměněny v kly (chobotnatci, sirény).



Řezáky pumy americké (foto Zdeněk Novák)

Špičáky (*canini*)

Tvar a velikost špičáků se u jednotlivých skupin savců liší. Masožravci mívají špičáky velké, kuželovité a ostré (mohou mít po stranách boční řezací hrany), slouží k držení a zabíjení kořisti. Býložravci mají špičáky obvykle malé nebo zcela chybějící. U některých savců jsou špičáky znakem sexuálního dimorfismu, mohou být i přeměněny v kly (mrož, hroch, narval, prasata). Špičáky obvykle mívají jen jeden kořen (u některých druhů dva), délka a velikost odpovídá zatížení zubu (u šelem jsou kořeny špičáků velké a masivní, mohutnější a objemnější než korunka, aby byly dostatečně ukotveny a nevytrhly se).

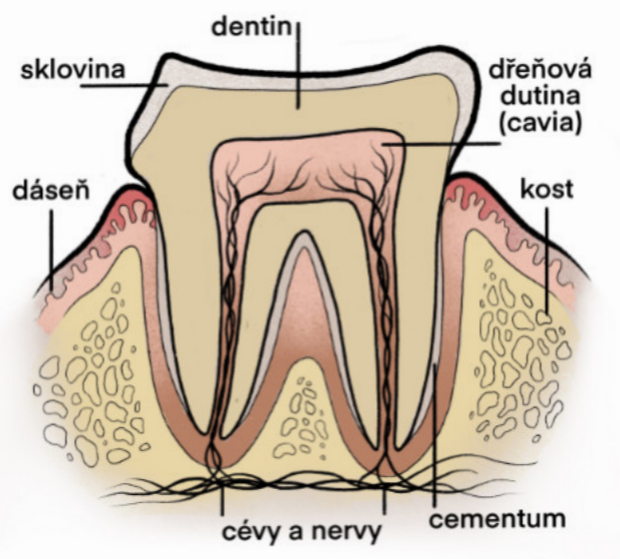
Třenové zuby (*praemolares*)

Spolu se stoličkami se označují jako **lícni zuby**, vzájemně si mohou být dosti podobné, jsou specializované na rozmělnění nebo zpracování potravy. Třenové zuby mívají 1-2 kořeny.

Stoličky (*molares*)

Jde o nejzadnější zuby, které se objevují až v trvalém chrupu a slouží k rozmělnění potravy. Mívají 2-3 kořeny (horní obvykle 3, spodní 2).

Lícni zuby vykazují u savců širokou škálu specializací v závislosti na typu potravy. Mnoho druhů má žvýkací plochy těchto zubů velmi specifické, nachází se na nich různé hrbolky, hřebínky a hrany, dle nichž lze jednotlivé skupiny determinovat.



Stoličky a některé premolary mívají větší počet kořenů (kresba David Říha).

U šelem (vyjma ploutvonožců a specializovaných druhů, např. hyenky hřivnaté) jsou dva lícni zuby na každé straně **pozmeněny vtrháky** (zvětšené zuby sostrými okraji na nůžkovité odkrajování masa z kořisti). Býložravci mají lícni zuby vybaveny různými lamelami na drčení rostlinné potravy (čím abrazivnější strava, tím vyšší korunky lícni zubů).

U mořských savců jsou třenové zuby a stoličky nerozeznatelné (nazývají se souhrnně *postcanini*), mají kónický tvar (ozubení kytovci), nebo jsou ostré (tuleni).

Řezáky (<i>incisivi</i>)	• nejpřednější zuby, velká variabilita • mají 1 malý a kratší kořen
Špičáky (<i>canini</i>)	• u masožravců slouží k zachycení a zabíjení kořisti, může být sexuální dimorfismus • mívají 1 kořen
Třenové zuby (<i>praemolares</i>)	• lícni zuby, vzhledově bývají podobné stoličkám • mají 1 - 2 kořeny
Stoličky (<i>molars</i>)	• lícni zuby, specializace dle typu potravy • nevyskytují se v mléčném chrupu • mají 2 - 3 kořeny

Zubní vzorec

Různé skupiny savců se liší v počtu jednotlivých typů zubů (některé mohou i chybět). Počet zubů se u každého taxonu zaznamenává **zubním vzorcem**, který je obvykle zapisován ve tvaru zlomku. Ústní dutina se dělí do 4 kvadrantů, horní a dolní čelist se může odlišovat počtem zubů, ale stranově bývá dentice symetrická, zubní vzorec proto zachycuje jen jednu polovinu každé čelisti (čísluje se od střední čáry). V horní části zlomku jsou uvedeny zuby horní čelisti počínaje od středu, v dolní zuby dolní čelisti.

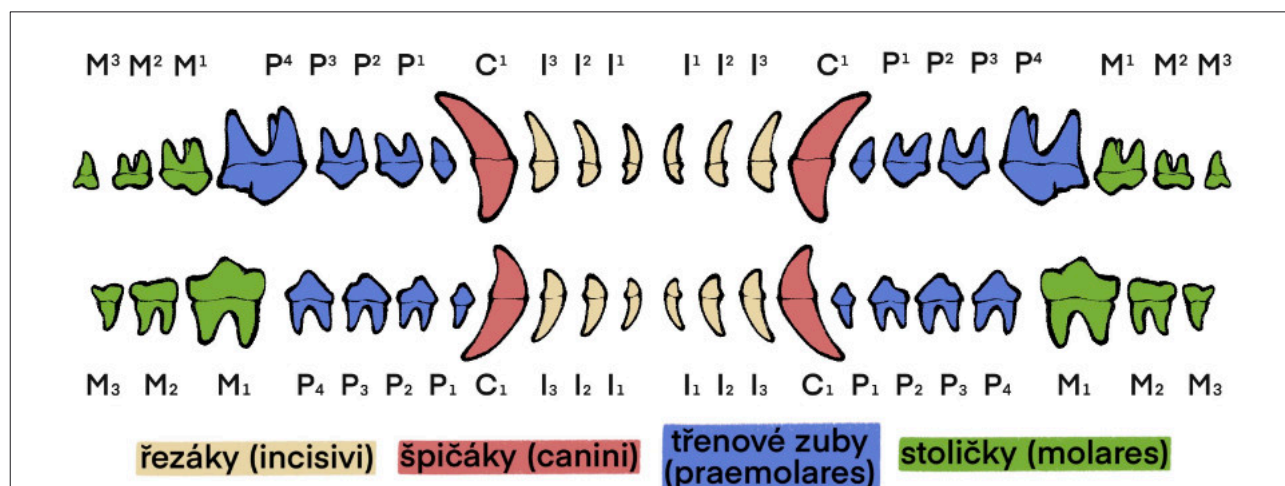


Schéma zubů plnochrupého placentálního savce (kresba David Říha)

Čísla označují počty zubů jednotlivých kategorií (řezáky, špičáky, premoláry, stoličky).

Základní zubní vzorec placentálů (celkem 44 zubů)	$\frac{3 \ 1 \ 4 \ 3}{3 \ 1 \ 4 \ 3}$
Základní zubní vzorec vačnatců (celkem 40-50 zubů)	$\frac{3-5 \ 1 \ 3 \ 4}{1-4 \ 1 \ 3 \ 4}$

Existují i jiné formy zápisu zubního vzorce např. $I_3/3 \ C_1/1 \ P_4/4 \ M_3/3$.

Zuby trvalého chrupu se obvykle označují velkými písmeny a mléčné zuby malými písmeny, příp. je pro mléčný chrup používáno označení písmenem d (deciduous), např. di 3/3, dc 1/1 atd.). V některých zemích je zvykem velkými písmeny označovat zuby v horní čelisti a malými písmeny zuby v čelisti dolní. Každý zub lze definovat dle jeho pořadí a umístění v čelisti, např. I² je druhý horní řezák, I₂ druhý dolní řezák, dI² druhý horní mléčný řezák atd.

Většina savců má stabilní počet zubů (na rozdíl např. od plazů). Úplný trvalý chrup placentálních savců tvoří 44 zubů, druhotně může být počet zubů i vyšší (ozubení kytovci mají až 200 zubů). Spodní čelist bývá užší než horní a spodní zuby při zavřené tlamě zapadají za horní. Pokud některé zuby chybí, vzniká v chrupu mezera **diastema**, např. u druhů se zvětšenými špičáky je v horní čelisti diastema mezi posledním řezákem a špičákem, do které při zavření tlamy zapadá spodní špičák.



Samcům babirusy celebeské horní špičáky C¹ rostou směrem vzhůru, prorůstají kůži na čenichu a stáčí se do spirály. Mohou dosahovat délky až 30 cm (foto Pavla Říhová).

Určení stáří dle zubů

Stáří zubů může hrát důležitou roli při vyšetřování případů nelegálního nakládání s chráněnými druhy živočichů. Dají se rozlišit dvě kategorie určování stáří:

- stanovení věku jedince (odontochronologie);
- stanovení doby, jež uplynula od smrti jedince (radiouhlíkové datování).

Typickým požadavkem zadavatele bývá nepoškození či nezničení zajištěného předmětu během forenzního zkoumání, což může vylučovat použití analytických metod, které jsou obvykle destruktivní a vyžadují odběr vzorků či provedení řezu.

Stanovení věku jedince

Nedestruktivní metody

Vizuální posouzení může za určitých okolností posloužit ke stanovení orientačního věku jedince, např. dle stavu opotřebení zubů či určitých specifik jejich růstu. U mnoha druhů však takové zhodnocení nepřináší dostatečně relevantní informace.

Postupy pro stanovení věku jsou více propracovány u lovné zvěře, především u jelenovitých a u prasat divokých (v ČR se lze obrátit na soudního znalce Mgr. Vladimíra Bádru, Ph.D.). Využívány jsou např. tyto metody:

- **metoda dle Biegera**

Věk jelenovitých je určován podle úhlu, který svírá osa řezáků s osou spodní čelisti. Poloha řezáků se u jelenů mění v závislosti na věku zvířete (postupně dochází k obrušování korunky zubů a změně úhlu, který svírá osa řezáku s osou spodní čelisti). Mladší zvířata mají ostřejší úhel spodních řezáků (zuby jsou skloněny více dopředu), s věkem se zuby postupně narovnávají více do kolma). Do 2 let osy svírají 45°, ve 3 letech 50°, 4. rok 55°, 5. rok 60°.

- **metoda Eidmann II**

Posuzována je výška korunek řezáků, resp. poměr mezi výškou korunky a krčku.

- **Budenzova metoda**

Posuzovány jsou změny na stoličce M³ (poslední sloupek stoličky má odlišnou stavbu v závislosti na věku).



Hlava jelena zajištěná při realizaci v ČR. Dle sklonu řezáků bylo zvíře staré cca 6 let (foto Pavla Říhová).

U savců obecně více napoví případná přítomnost mléčného chrupu či stav **přezubování** z mléčného na trvalý chrup, kdy se v ústní dutině mohou nacházet oba typy chrupu. Různé druhy přezubují v různém věku, u mnoha exotických druhů však není přesné období přezubování zcela známo. Obecně platí, že větší druhy a druhy dožívající se delšího věku přezubují později než druhy menší a krátkověké.

Malé kočkovité šelmy přezubují obvykle mezi 4. a 7. měsícem, velké kočkovité šelmy mezi 8. a 14. měsícem věku. U lvů se trvalé špičáky začínají prořezávat ve 12. až 14. měsíci, trvalý chrup bývá kompletní cca ve 24 měsících. Psovité šelmy přezubují mezi 3. a 7. měsícem. Blíže kurčování stáří dle zubů u kočkovitých a psovitých šelem viz kapitola Šelmy.



Hlava tygra zabavená při realizaci v ČR. V tlamě se nacházely mléčné i trvalé špičáky, dle stádia přezubování byl věk jedince stanoven na cca 10-12 měsíců (foto Zdeněk Novák).



Mrtvé šelmy zajištěné při realizacích v ČR. Vlevo puma americká, vpravo vydra říční. Obě zvířata byla mladá, v období přezubování s viditelnými mléčnými i trvalými špičáky (foto Zdeněk Novák, Pavla Říhová).

Lasicovité šelmy začínají přezubovat poměrně časně, vydry už od 2. měsíce (řezáky), trvalé špičáky se objevují 5. měsíc a trvalý chrup je kompletní cca v 6. měsíci.

Co se týče kopytníků, srnci přezubují 11.-13. měsíc, jeleni 13.-28. měsíc, daněk a sika 15.-24. měsíc. U muflonů a kamzíků trvá kompletní přezubení až do 4 let.

Nedestruktivní metodou hodnocení je **Camerierova metoda**, při níž se měří poměr zubní dřene k ploše zubu (svěkem se dřevná dutina neustále zmenšuje). Měření je prováděno pomocí rentgenových snímků (lze ho využít i pro živé jedince), rentgenují se špičáky a stoličky a měří se délka a šířka kořenových kanálků. Nutností je porovnání výsledných čísel skalibračními tabulkami. Standardně se metoda využívá v lidské odontologii, v posledních letech je však využívána i kurčování věku lvů (vzorec byl publikován White et al., 2016).

Destruktivní metody

Růst zubních tkání v průběhu vývoje jedince probíhá v periodicky se opakujících intervalech. Tato období vytváří v mikrostruktuře zubů charakteristické přírůstkové **inkrementální linie**. Periodicita přírůstků, jejich velikost a vzdálenost mohou být druhově variabilní.

Denní přírůstky se objevují v prizmatické sklovině (příčné linie) i v dentinu, kde jsou znatelné ve formě jemnějších tzv. von Ebnerových linií. Vícedenní přírůstky jsou ve sklovině viditelné ve formě hrubších Retziusových linií a v dentinu tzv. Owenových (Andresenových) linií. Kurčení věku mohou sloužit také počty linií v cementu (*cementum annuli*), které zaznamenávají roční přírůstky.

Ke zkoumání přírůstků v zubech a odhadu věku na jejich základě je zapotřebí **provedení řezu zubem**, zpracování histologického preparátu, který je poté zkoumán pomocí mikroskopu. Dochází tudíž k destrukci zubu.

Pro analýzu mikrostruktury se ze zubů připravují pomocí diamantových kotoučků tenké výbrusy, které se následně brousí, leští či histologicky barví. Doporučována je výsledná tloušťka výbrusů 80-100 µm. Doporučeno je také odebrání vzorků z více zubů, pokud je to možné, aby stanovení věku bylo spolehlivější. Následná analýza preparátu se zaměřuje na kvantifikaci přírůstků ve sklovině, dentinu či cementu (počty přírůstkových linií, jejich rozměry a vzájemné vzdálenosti).

Výbrusy jsou zkoumány při větším zvětšení pomocí světelného mikroskopu, stereoskopického mikroskopu, příp. skenovacího elektronového mikroskopu SEM (SEM pracuje na jiném principu než světelný mikroskop, povrch snímá pomocí odraženého proudu elektronů, není tedy ovlivněn lesklostí nebo průsvitností skloviny. Výhodou elektronového mikroskopu je velký rozsah zvětšení, předmět je však třeba před snímáním pokovit ve vakuovém prostředí).

Různé metody mikroskopického zkoumání:

- **zkoumání tloušťky skloviny**

Metoda se využívá např. u vlků, kde je zkoumáno opotřebení skloviny, která se s rostoucím věkem zvířete ztenčuje. Obvykle se hodnotí špičáky a řezáky.

- **analýza přírůstků v cementu (*cementum annuli*)**

Využívána je k určování věku vlků, medvědů, rysů, lvů a dalších druhů. Vzorkují se řezáky, špičáky či premoláry. V ČR byla tato metoda využívána v rámci projektu Alka Wildlife zaměřeném na monitoring vyder říčních (řezy byly prováděny na horním špičáku).

- **Eidmannova metoda**

Využívána je v myslivosti pro stanovení věku jelenovitých. Hodnotí se vrstvy dentinu na podélném řezu řezákem I¹.

- **Metoda podle Mitchella**

Využívána je v myslivosti pro stanovení věku jelenovitých. Hodnotí se tvorba vrstev náhradního cementu mezi kořeny stoličky M¹.

- **Brandtova metoda**

Využívána je v myslivosti pro stanovení věku u prasat divokých. Posuzuje se poměr šířky dolních a horních špičáků.

- **Gustafsonova metoda**

Využívá vizuální hodnocení stavu dentinu (s věkem se dentin v kořeni zubu stává průhlednější a tvoří se sekundární dentin). Používána je především u lidí.

V poslední době se objevují nové techniky virtuální histologie, které umožňují nedestruktivní analýzu mikrostruktury zubů v 3D zobrazení pomocí rentgenové mikrotomografie. Princip této metody spočívá ve vytvoření série 2D rentgenových snímků objektu z různých úhlů, které jsou následně počítačem rekonstruovány do digitálního 3D modelu a řezů. Jde však o velmi finančně náročné zkoumání, které není možné v problematice wildlife kriminality využívat.

Radiouhlíkové datování

Stanovení doby, jež uplynula od smrti jedince

Metoda radiouhlíkového datování je založena na koloběhu uhlíku ^{14}C v prostředí. Organismy tento uhlík ^{14}C v průběhu života absorbují a ukládají ve svých tkáních. Po smrti se proces zastavuje, uhlík ^{14}C přestává být absorbován a ubývá v důsledku radioaktivní přeměny s poločasem 5740 ± 40 let. Změřením zbytkového množství je možné stanovit čas, který uplynul od smrti předmětného jedince (resp. od ukončení růstu dané tkáně). Za 10 poločasů rozpadu uhlík zcela vymizí, teoretický dosah datování je tedy 57 000 let.

K datování je využívána **urychlovačová hmotnostní spektrometrie AMS** (Accelerator Mass Spectrometry), která je vysoce technologicky a přístrojově náročná. Jediný přístroj AMS v ČR se nachází v Ústavu jaderné fyziky Akademie věd ČR v Řeži (spektrometr AMS MILEA – Multi Isotope Low Energy Accelerator Mass Spectrometry), kde lze nechat radiouhlíkovou analýzu provést.



Urychlovačový hmotnostní spektrometr AMS MILEA (foto archiv Ústavu jaderné fyziky, AV ČR)

Radiouhlíkové datování je destruktivní metoda, pro kterou je nutno odebrat z předmětu vzorek. Minimální množství vzorku je 100 mg, doporučeno je spíše 200 mg, které lze odebrat z báze předmětu či zubu (problémem může být odběr z velmi malých předmětů).

Pro správné datování je důležitá znalost způsobu, jakým dané tkáně v zubech přirůstají a přibližně jak rychle. Např. u sloních klů se nejstarší část slonoviny nachází na špičce klu a nejmladší u jeho báze, rozdíl v dataci mezi špičkou aází klu může tvořit i desítky let. Kly či slonovinové předměty je z tohoto důvodu vhodné vzorkovat v podélném směru minimálně na 2 místech co nejvíce od sebe vzdálených.

Pro datování je důležité porovnání s **kalibrační křivkou** uhlíku ^{14}C , která se liší **pro suchozemské a mořské prostředí** (mořské materiály se kalibrují jiným způsobem a složitěji). Z toho důvodu je u datování nutné vědět, o jaký druh živočicha se jedná. Pokud by např. mrožovina či zuby kytovců byly datovány podle suchozemských kalibračních křivek, mohou se výsledky lišit od reálného stáří až o 300 let.

SLONOVINA

Slonovina je velmi tvrdý a pružný materiál, využívaný především křezbářským účelům. V češtině jsou tímto termínem označovány pouze kly slonů afrických, pralesních a indických. Anglický termín „ivory“ je však používán v širším smyslu a označuje jakékoli velké zuby či kly savců, které jsou předmětem komerční poptávky. Může se jednat o kly mamutů (mammoth ivory), mrožů (walrus ivory), zuby velkých ozubených kytovců (whale ivory), hrochů (hippo ivory) či prasat.

Mnoho druhů, jejichž zuby či kly jsou pro „ivory“ využívány, je chráněno mezinárodní úmluvou CITES. Přesná determinace druhu živočicha, z něhož materiál pochází, příp. odlišení od umělých náhražek, je proto velmi důležitá. V dalších kapitolách jsou popsány jednotlivé taxony a možnosti jejich determinace.



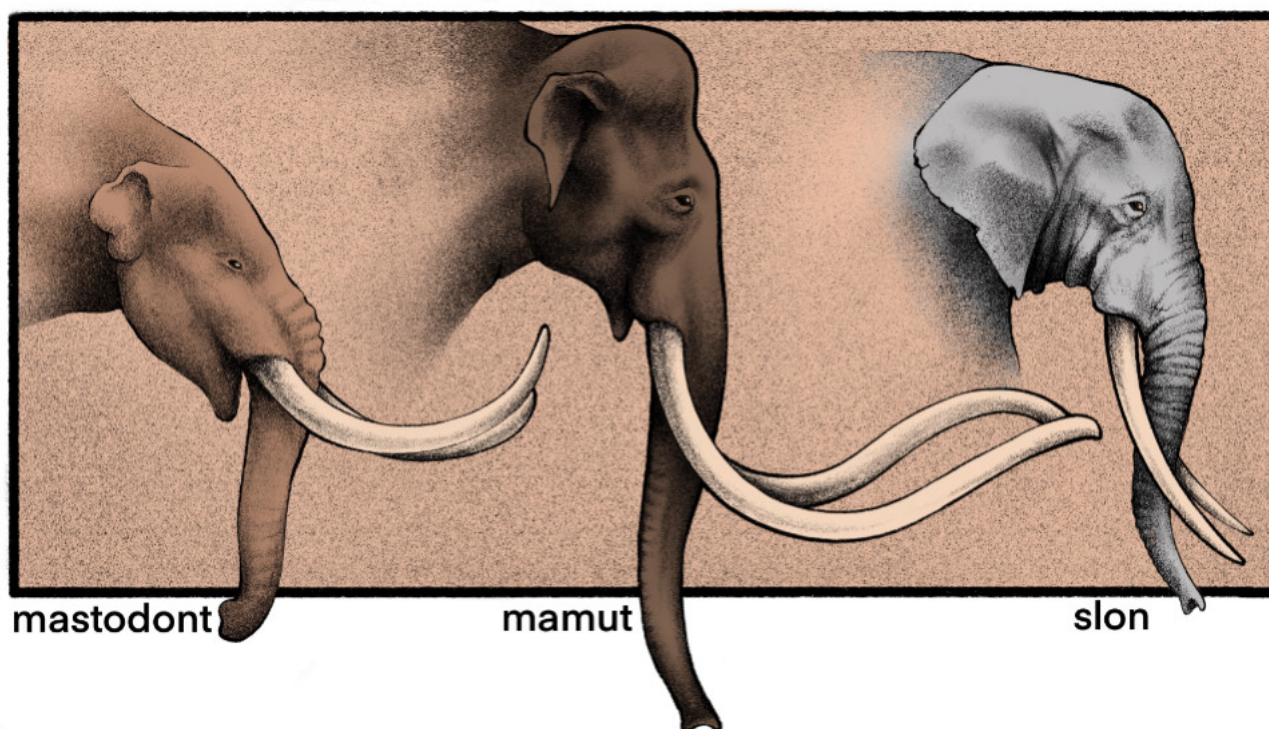
Ze slonoviny jsou vytvářeny velmi propracované a jemné řezby (foto Pavla Říhová).

Skupiny savců využívané pro produkci „ivory“				
Chobotnatci Proboscidea	Ploutvonožci Pinnipedia	Kytovci Cetacea	Sudokopytníci Artiodactyla	Sírény Sirenia
• slon • mamut	• mrož	• narval • vorvaň • kosatka	• hroch • prasata	• dugong

CHOBOTNATCI • PROBOSCIDEA

Řád chobotnatci zahrnuje **tři recentní druhy slonů** (africký, pralesní a indický) a vyhynulé druhy **mamutů a mastodontů**.

Všichni chobotnatci mají řezáky přeměněny v kly vyčnívající z ústní dutiny, jedná se o největší zuby v živočišné říši. U recentních druhů jde o horní řezáky, u některých vyhynulých druhů tvořily kly i řezáky spodní.



Do řádu chobotnatců patří recentní sloni, vyhynulí mamuti a mastodonti (kresba David Říha).

Komerčně jsou využívány kly všech tří druhů recentních slonů (slonovina) a kly mamuta srstnatého (mamutovina). Hlavním identifikačním znakem slonoviny a mamutoviny je přítomnost tzv. Schregerových úhlů, viz dále, které tyto materiály odlišují od jakéhokoli jiného zubního materiálu.

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
slon africký <i>Loxodonta africana</i>	CITES I (vyjma populací v Botswaně, Namibii, Jihoafrické republice a Zimbabwe, které jsou pro určité účely zařazeny v CITES II)	A (vyjma populací v Botswaně, Namibii, Jihoafrické republice a Zimbabwe, které jsou pro určité účely zařazeny v B)
slon pralesní <i>Loxodonta cyclotis</i>	v seznamech CITES dosud zařazen jako slon africký	v seznamech EU dosud zařazen jako slon africký
slon indický <i>Elephas maximus</i>	CITES I	A
mamut srstnatý <i>Mammuthus primigenius</i>	není chráněn, vyhynulý druh	není chráněn, vyhynulý druh

Sloni

Elephantidae

Taxonomicky jsou rozlišovány tři druhy recentních slonů:

- **slon africký** • *Loxodonta africana* – savany východní a jižní Afriky
- **slon pralesní** • *Loxodonta cyclotis* – pralesy centrální a západní Afriky
- **slon indický** • *Elephas maximus* – jižní a jihovýchodní Asie

Všechny tři druhy mají jeden pár horních řezáků přeměněný na výrazné kly. U afrických druhů mají kly obě pohlaví, přičemž samci mívají kly větší (sloni s největšími kly, v Africe označovaní jako Great Tuskers, jsou vždy staří samci). Pralesní sloni jsou menší s kratšími kly, které téměř vždy míří směrem dolů. U slona indického rostou kly pouze samcům, samice kly nemívají (někdy mohou mít malé „klíky“ viditelné jen při otevřené tlamě).

Nejmasivnější kly mají sloni afričtí, u pralesních i indických jsou kly menší a subtilnější (pokud předmět ze slonoviny měří více než 10 cm v průměru v nejširší části, jde o afrického slona, indičtí ani pralesní sloni takové tloušťky klů nedosahují). Při používání klů sloni preferují jednu nebo druhou stranu, proto jeden kel bývá kratší a ošoupanější.

Sloní rekordy:

Největší zaznamenaný sloní kel v historii měřil 345 cm a vážil 117 kg. Jednalo se o slona afrického z východní Afriky. Dnešní rekordmani dosahují délky klů max. 2 metry a váhy do 50 kg.

Vlivem trofejového lovu a pytláčení výrazně ubylo jedinců s velkými kly, rozmnožují se tak slabší samci a v populaci postupně převládají jedinci s menšími kly. Za velké kly u slonů afrických jsou dnes považovány kly těžší než 45 kg. U pralesních slonů činila v 70. letech průměrná hmotnost klu 12 kg, v roce 2015 to byly již jen 2 kg.

Začíná se zvětšovat i počet slonů, kteří jsou zcela bez klů. Dle studie Princeton University (Pringle, 2021) se dříve vzácná genetická mutace způsobující absenci klů u afrických slonů stává v důsledku pytláčení v populaci běžnější (výzkum probíhal v Mosambiku, NP Gorongosa).

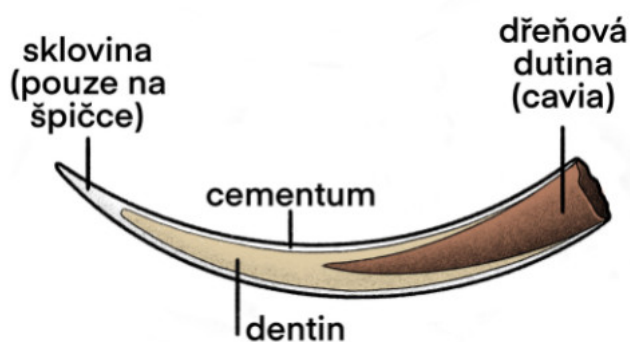


Délka sloních klů dnes již nedosahuje tak rekordních rozměrů jako v minulosti (foto Pavla Říhová).

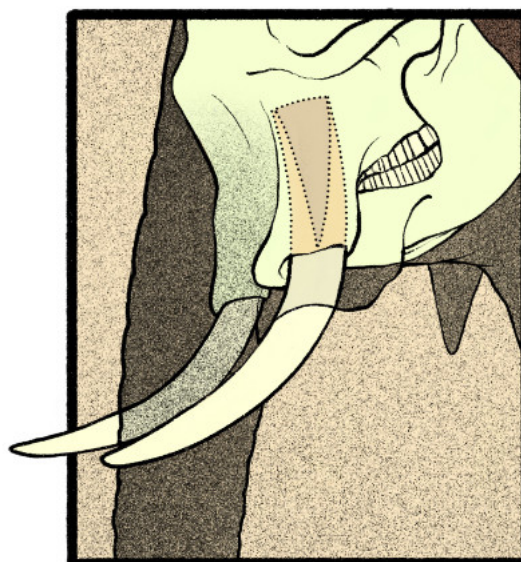
Anatomie sloních zubů

Celkově mají sloni 26 zubů, jde o 2 řezáky a 24 stoliček. Výrazné **sloní kly jsou přeměněné druhé horní řezáky I²**, na průřezu jsou kulaté až oválné. Mimo tlamu vyčnívají cca 2/3 klu, zbylá třetina zůstává skryta v kosti (pytláci vysekávají skryté části klů upytlačených slonů sekerami). Sloní kly nemají kořeny.

Převážnou část hmoty sloních klů tvoří **dentin** (95 %), který je na povrchu pokryt tenkou vrstvou **cementa**. Na špičce klu se nachází malé množství **skloviny**, které se v dospělosti zvířete brzy obrousí a již se neobnovuje. Kly jsou u báze **duté**, dřeňová dutina (*cavia*) zasahuje u dospělých slonů do 1/3 délky klu. Zbylá část klu je masivní, plná.



Stavba sloního klu (kresba David Říha)



Část sloního klu je skryta v kosti. Kel je zhruba do 1/3 délky dutý (kresba David Říha).

Dentin v okolí dřeňové dutiny je měkčí než ve zbytku klu a časem více tmavne, kvalitní řezby se proto této oblasti vyhýbají. Dentin v blízkosti cementa je také považován za méně hodnotný, jelikož může vykazovat barevné odlišnosti. Vnější oblast dentinu je sušší než vnitřní, proto více praská.

Celkově lze říci, že jen cca 60 % klu obsahuje slonovinu nejvyšší kvality; nejcennější a nejpevnější je vnitřní část při jeho kompaktním středu.

Sloní kly **rostou po celý život**. Rychlost růstu není konstantní, závisí na věku a podmínkách prostředí. Roční přírůstek může činit až 19 cm.

Kly přirůstají po obvodu i lineárně do délky, postupně zesilují a prodlužují se. Nejmladší část se nachází u báze v okolí dřeňové dutiny, nejstarší na povrchu klu na jeho špičce.

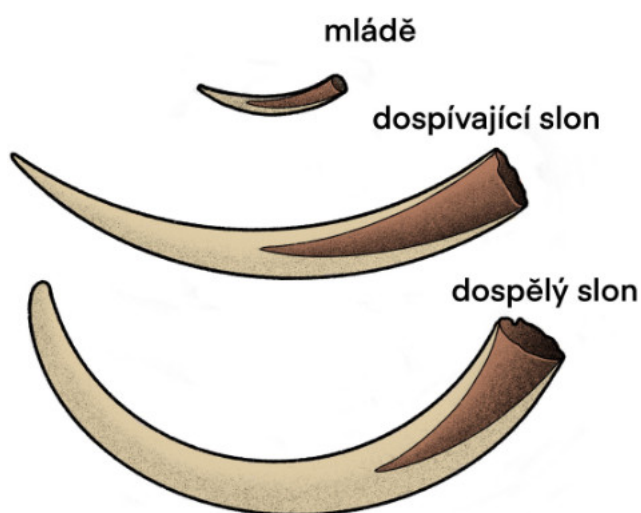
Kel roste formou „kužel v kuželu“, dřeňová dutina se při růstu a prodlužování klu postupně uzavírá a posouvá směrem dolů, v masivní plné části klu zůstávají pozůstatky dutiny viditelné pouze v podobě černé tečky uprostřed (ne všechny kly rostou pravidelně, tečka proto nemusí být vždy v centru zubu).

Při růstu dentin vytváří přírůstky ve formě tzv. Owenových linií, což jsou slabě viditelné koncentrické kruhy ve hmotě zubu (podobné letokruhům stromů). Při podélném řezu vytváří tyto linie lehce zvlněné, nepravidelně paralelní pruhy. Pokud kly vysychají a praskají, praskliny probíhají téměř vždy podél Owenových linií.



U báze klu je masivní dutina, v jejím okolí je slonovina měkčí a méně kvalitní (foto Pavla Říhová).

U slůňat se v tlamě nachází malé dočasné klíky (velikost max. 5 cm), které se neprořezávají a jsou cca v jednom roce věku nahrazeny trvalými kly. Tyto klíky stejně jako klíky samic slona indického nevykazují stejné struktury jako velké kly. Pravděpodobnost, že z těchto typů zubů budou vyrobeny obchodovatelné řezby je však mizivá, determinačně proto není třeba se jimi zabývat.



Růst sloního klu a poměrná velikost dřevné dutiny (kresba David Říha)



Řez sloním klem – uprostřed je znatelný pozůstatek dřevné dutiny cavie (černá tečka), koncentrické kruhy jsou růstové přírůstky ve formě tzv. Owenových linií (foto Zdeněk Novák).

Anomálie klů

Odstranění sloního klu je obrovským zásahem do organismu, který zvíře nemusí přežít. V zajetí se takový zásah provádí pouze výjimečně ze zdravotních důvodů (vzniklý otvor je náchylný k infekci, rána se hojí 2-3 měsíce). V Asii však stále přetrvává mezi mnoha lidmi přesvědčení, že slonovina je z divokých slonů získávána pouhým odříznutím klů, aniž by zvířata musela být zabita.

Zvířata si mohou v průběhu života kly poškodit (odštípnout, zlomit apod.). V takovém případě začne v poškozeném místě růst globulární nepravidelný dentin, který netvoří žádné linie ani strukturu, vzhledem může připomínat sekundární dentin mrožů. U zlomených klů tento dentin začne postupně pokrývat otevřenou dutinu. Řezbáři těmto strukturám říkají „pith“ (dřeň) nebo „bean“ (fazole).

Další abnormalitou mohou být tzv. sloní perly. Jedná se kulaté globule kalcifikovaného nebo mineralizovaného dentinu, který se ve vzácných případech formuje kolem dřeňové dutiny. Tyto struktury nevykazují žádné Schregerovy úhly ani jiné identifikační znaky. Sloní perly jsou zmiňovány ve starých buddhistických textech jako jeden z devíti svatých pokladů a buddhisté je považují za magické. Často jsou sloní perly falšovány a vyráběny např. ze sloních stoliček.

Sloní stoličky

Chobotnatci mají celkem 24 lících zubů (jde o 12 premolárů a 12 molárů, pro zjednodušení a díky jednotnému vzhledu jsou však obecně označovány jako stoličky). V každé čelisti je těchto zubů založeno vpravo i vlevo 6 v řadě za sebou. V jednu chvíli se v ústní dutině nachází vždy pouze 4 (v každém kvadrantu jedna), když se opotřebí, jsou zezadu vytlačeny stoličkami novými. Výměna je však omezená, po obroušení posledního 6. setu stoliček slon ztrácí schopnost zpracovávat potravu a umírá hladem.

První set stoliček je poměrně malý a je nahrazován ve 2-3 letech. Váha a velikost se s věkem postupně zvyšuje, poslední stoličky M^3 a M_3 mohou vážit až 5 kg. M^3 a M_3 se prořezávají ve věku 30-40 let, obroušeny bývají v 60-65 letech.

Stoličky slonů jsou masivní, připomínající tvar cihly, s nízkými korunkami. Vykazují tzv. **lofodontní** strukturu, která je tvořena pruhy (záhyby) krémového dentinu s příčnými vystupujícími hřebeny bílé skloviny (označovanými jako lofy). Tyto tvrdé lamely slouží k lepšímu drcení rostlinné potravy. Podobné zuby mají např. koně či tapíři.

Počet lamel se s věkem zvyšuje, jejich tvar se liší u afrického a indického slona. Africký slon má široké lamely ve tvaru diamantů, u indického slona jde o sérii úzkých paralelních oválů.



Vlevo stolička slona afrického, vpravo slona indického (foto Pavla Říhová, Dominika Formanová)

Sloní stoličky se příliš často nezpracovávají, přestože jde o masivní zuby. Díky složení z více vrstev a přítomnosti velmi tvrdé skloviny se materiál obtížně řeže. Někdy se však cíleně využívá unikátní vzhled a odlišné vlastnosti dentinu a skloviny a **stoličky se barví**. Dentin barvu absorbuje, zatímco sklovina nikoli (zůstane neutrálně bílá). Takový materiál má zajímavý proužkovaný vzhled, obvykle se řeže na plátky, které se používají na dekorace či vykládání předmětů.

Slonovina

Hmota sloních klů označovaná jako slonovina je objemově největší a nejvíce homogenní zubní materiál ve srovnání se zuby všech recentních savců. Je velmi tvrdá, odolná, hutná a pružná, což z ní činí vhodný materiál k řezbě. Z větší části jde o dentin, někdy se zbytky cementa. Sklovina, pokud je přítomna, se před zpracováním odstraňuje, neboť je příliš tvrdá a špatně se s ní pracuje.



Vyřezávané předměty ze slonoviny (foto Dominika Formanová)

Chemické složení

Slonovina obsahuje jak organické látky (především **kolagen** dodávající materiálu pružnost), tak anorganické sloučeniny. Základní minerální složkou je **hydroxyapatit** $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, který dodává slonovině potřebnou tvrdost a pevnost, dále je přítomen fosforečnan hořečnatý $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, fluorid vápenatý CaF_2 ad.

Základní rozdíl mezi slonovinou a kostí je v poměru hydroxyapatitu a kolagenu. Dalším rozdílem je také koncentrace hořčíku (3x vyšší u slonoviny než u kosti), vápníku (vyšší u kosti) a fosforu (nižší u slonoviny).

	slonovina	kost
poměr kolagen : hydroxyapatit	1 : 3	1 : 2
obsah vody	10 %	5 %
obsah vápníku Ca	17 - 38 %	43 - 44 %

Fyzikální vlastnosti

Slonovina špatně vede teplo, ale dobře vede elektrický proud. V UV světle fosforeskuje a namodrale září. Nejtvrdší součástí slonoviny je sklovina (stupeň 6 na Mohsově stupnici), která se však před zpracováním odstraňuje (pokud je na špičce klu přítomna), neboť se vzhledem k vysoké tvrdosti velmi špatně zpracovává. Dentin a cementum mají tvrdost stupně 2,25–3, přičemž cementum je obvykle při zpracování také odstraňováno, aby nevytvářelo na řezbě barevně odlišné plochy. Slonovina se dá do jisté míry změkčit, např. horkou vodou nebo octem, po změkčení se však zhoršují mechanické vlastnosti a materiál více reaguje na relativní vlhkost.

Slonovina je **hygroskopická**, tj. absorbuje vlhkost a znovu ji vypařuje. Při vysychání často praská. K praskání dochází v koncentrických liniích dokola kolem středu klu (podél Owenových linií), posléze i v podélném směru.

Skladování slonoviny by mělo probíhat v prostředí s vlhkostí 40–55 % (příliš suché prostředí s vlhkostí pod 35 % způsobí praskání slonovinových předmětů). Materiálu příliš nesvědčí ani výkyvy teploty, vhodná teplota pro skladování je 16–20 °C.

Přestože jde o velmi odolný materiál, postupem času a vlivem různých vnějších faktorů slonovina degraduje. Proces urychlují výkyvy teplot, příliš vysoká či nízká vlhkost a UV záření. Při dlouhodobém kontaktu s vodou se slonovina rozpadá. Rovněž kontakt s určitými materiály způsobuje nevratné změny, může jít např. o rezavé skvrny od železa, zelené skvrny od mědi, červené nebo hnědé skvrny od gumy či kůže. Při dlouhodobém styku se zemí (zakopané předměty či kly) mohou na povrchu vykvést minerální soli. Slonovina může být poškozena i působením různých druhů plísní a mikroorganismů (černé skvrny, rozpad na prášek).



K praskání slonoviny dochází nejčastěji koncentricky podél růstových Owenových linií (foto Pavla Říhová).

Barva

Základní barvou je **teple bílá až smetanová** (kosti bývají bělejší), později působením UV záření slonovina žloutne a tmavne. Tenké plátky (méně než 2 mm) jsou téměř průsvitné. Na slunci může slonovina mírně měnit barvu.

Jednotlivé druhy slonů vykazují určité rozdíly v barvě klů, kvalitě i odstínu slonoviny, viz srovnávací tabulka dále. Určení druhu na základě barvy slonoviny však není průkazné.



Slonovinové sošky a šperky zabavené v ČR (foto Pavla Říhová)



Tmavé kly mláděte slona pralesního (foto archiv Save Elephants)

Řezbářsky je nejcennější tvrdá slonovina pralesních slonů, která je narůžovělá. Kel je na povrchu lesklý, tmavší, nažloutlý až dohněda. Vlastnostmi slonoviny se pralesní sloni blíží slonům indickým. Slonovina indických slonů je tvrdá, rovněž řezbářsky velmi ceněná, zbarvením bělavá až dorůžova (čerstvá je výrazně bělejší než u slonů afrických). Kly mají indiští sloni světlé, bělavé až béžové, s matným povrchem.

Za nejméně kvalitní je považována měkká slonovina afrických savanových slonů, která mívá teple smetanovou až krémovou barvu. Kly jsou na povrchu matné, bělavé až krémové.

Barvu slonoviny částečně ovlivňuje i strava zvířete. U slonů, kteří se živí bambusem, bývá obvykle slonovina více dorůžova.

Kly mívají na povrchu v podélném směru **praskliny**, vizuálně patrné v podobě jemných černých čárek (hustota prasklin se liší u jednotlivých druhů slonů). Místo, kde kel vystupuje z kosti, bývá tmavší a dobře zřetelné, obvykle se barevně liší povrch klu mimo dásen a část skrytá v kosti.



Podélné praskliny na klu slona afrického (foto Dominika Formanová)

Srovnání vzhledu klů a slonoviny u recentních druhů slonů

(pouze orientační srovnání, spolehlivě determinovat druh dle morfologie klu/slonoviny nelze)

slon africký	slon pralesní	slon indický
• kly dlouhé, masivní, zakřivené • zaoblená špička • povrch klu bělavý, krémový, matný • mnoho prasklin • měkká slonovina • teple smetanová barva • považována za nejméně kvalitní	• kly kratší, přímější a užší, míří směrem dolů • špičatý konec klu • povrch klu tmavý až dohněda, lesklý • malé množství prasklin • nejtvrďší slonovina • narůžovělá barva • považována za nejkvalitnější	• kly krátké, rovnější, méně masivní • zaoblená špička • povrch klu bělavý, matný • střední množství prasklin • tvrdá slonovina • bělavá, narůžovělá barva • považována za kvalitní, vzácný materiál

Slonovina nemusí mít vždy světlou smetanovou barvu, s **věkem přirozeně tmavne** a získává žlutohnědou patinu. Bělit slonovinu se nedoporučuje, jelikož chemikálie poškozují povrch předmětů. Není doporučeno ani bělení na slunci (vysychání způsobuje praskliny).



Stará slonovina může být velmi tmavá a vypadat až jako dřevo (foto Dominika Formanová, Pavla Říhová).



Slonovina může být i uměle barvená (foto Pavla Říhová).

Zestařování

Jedním ze znaků starožitné slonoviny je díky procesu přirozeného tmavnutí její nažloutlý vzhled. U některých starožitníků a obchodníků se slonovinou však bylo odhaleno fingování starého vzhledu slonoviny pomocí různých postupů umělého zestařování. Z recentní slonoviny byly vyráběny falešné „starožitnosti“, některé byly prodávány i s různými certifikáty dokládajícími údajný starožitný původ. Kromě nadhodnocené ceny takových předmětů je problémem obcházení legislativních pravidel vztahujících se k prodeji recentní slonoviny a reálná možnost, že slonovina pochází z upytlačených slonů.

Umělé „zestaření“ se provádí např. pomocí:

- výluhu v čaji, tabáku (působení tříslovin)
- vyuzením v kouři (proniká hlouběji)
- aplikace chemikálií (např. hypermanganu)
- máčení v ořechových slupkách (lihová tinktura)
- působení rašeliny, tabáku
- zahříváním (umělé vytváření prasklin).



Slonovina obarvená pomocí čajového výluhu, aby imitovala starší vzhled (foto Pavla Říhová)

Vzhledem k poréznímu povrchu slonoviny barviva pronikají dovnitř materiálu, k rozpoznání umělého barvení tak nemusí pomoci vyleštění ani obroušení povrchu. Při umělém zestařování se však barvivo často zachytává v prasklinách a rýhách. Uměle vytvářené praskliny (pomocí zahřívání) také obvykle nejdou podél typických linií jako u staré slonoviny (podél Owenových linií). V případě pochybností o skutečném stáří je jediným spolehlivým vodítkem radiouhlíkové datování.

Při posuzování, zda se jedná o starožitnou slonovinu, či nikoli, se bohužel **nelze spoléhat na vyjádření expertů a znalecké posudky z oboru starožitností**. Jediným průkazným důkazem stáří slonoviny je radiouhlíkové datování. Studie provedená Univerzitou Karlovou a Akademií věd ČR (Kufnerová et al., 2025) prokázala, že posudky z oboru posuzování starožitností uvádí odhad stáří slonoviny často mylně. Studie zkoumala pomocí radiouhlíkového datování 46 artefaktů ze slonoviny zabavených v ČR, u nichž bylo znalcem uváděno, že se jedná o starožitnosti. Z celkového počtu bylo 27 posudků (58,7 %) chybných, resp. radiouhlíkové datování prokázalo, že se jednalo o novodobou slonovinu.



Slonovina zabavená v ČR. U některých předmětů bylo pomocí radiouhlíkového datování prokázáno, že se nejedná o starožitnou slonovinu, přestože znalecký posudek z oboru posuzování starožitností udávané stáří potvrzoval (foto Pavla Říhová).

Identifikace slonoviny

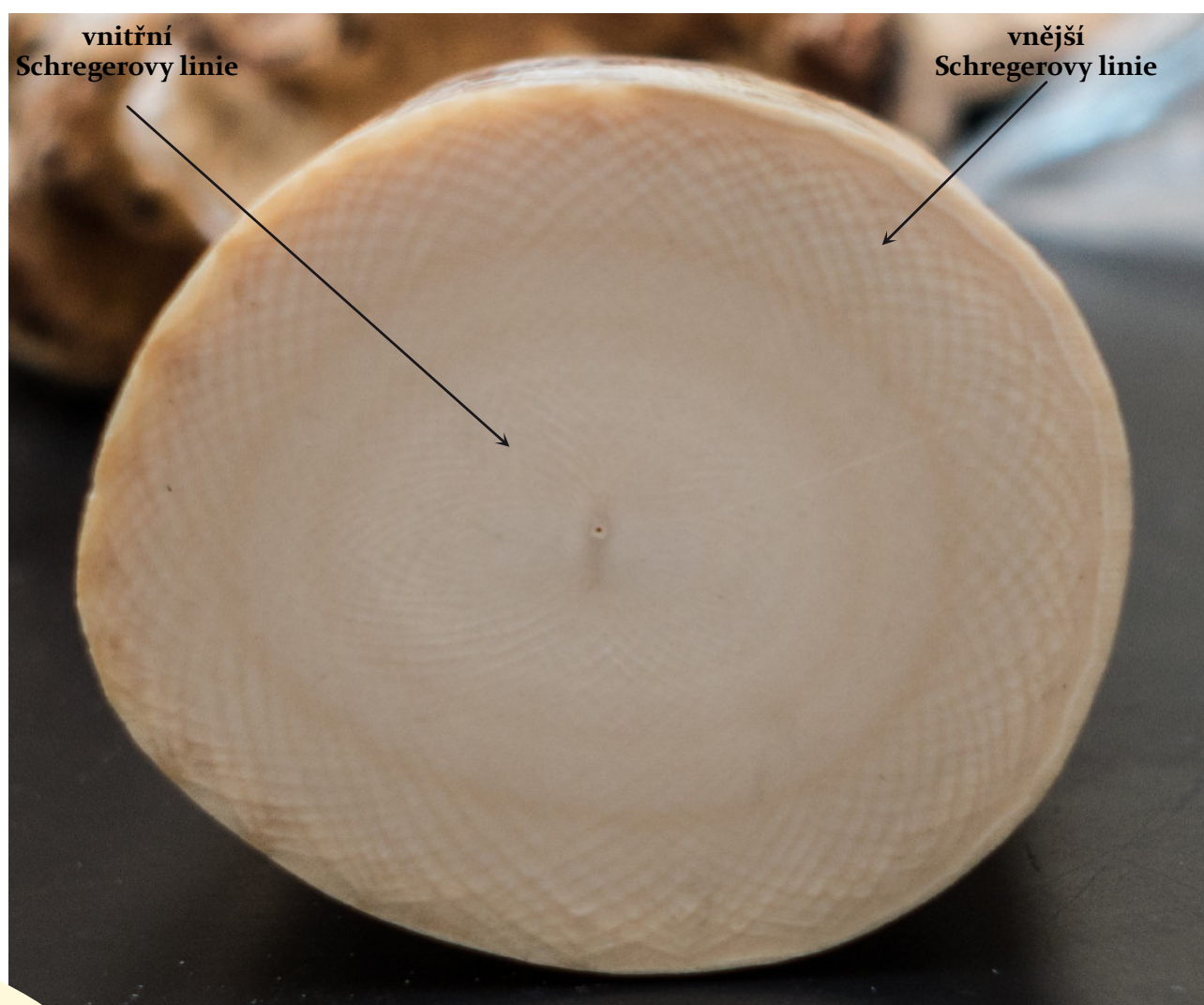
Obvyklý postup identifikace slonoviny v praxi zahrnuje v první řadě zhodnocení velikosti předmětu, jeho váhy a viditelné morfologie klu – specifické zahnutí, kulatý průřez, přítomnost dřevné dutiny (*cavia*) a podélných prasklin na povrchu.

V případě, že se jedná o vyřezané předměty, je hlavním identifikačním znakem přítomnost unikátní struktury tzv. **Schregerových linií**, které jsou patrné na řezu klem. Tyto linie byly popsány roku 1800 německým anatomem Bernhardem Schregerem. Jedná se o dentinové tubuly, které sinusovitě prochází hmotou dentinu v podobě dvou šroubovic zatočených v opačných směrech. Schregerovy linie vytváří typický vzhled mřížky, jež odlišuje dentin chobotnatců od dentinu jakýchkoli jiných savců. Struktura mřížky je pouze optický klam, který vytváří stíny dentinových tubulů (nejedná se o reálnou strukturu, v mikroskopu pod přímým světlem shora mřížka mizí).

Schregerovy linie se objevují především na příčném řezu. Na vyřezávaných předmětech lze téměř vždy najít odpovídající plochu (jde např. o ramena, poprsí či nártu u vyřezávaných postav apod.). Předměty je zapotřebí naklánět, detailně prohlížet a zkoumat pod různými úhly světla, příp. i za využití lupy.

Schregerovy linie jsou dvojího typu:

- **vnější** – snadno viditelné na řezu v dentinu blíže k povrchu klu
- **vnitřní** – viditelné pouze slabě kolem středu klu.





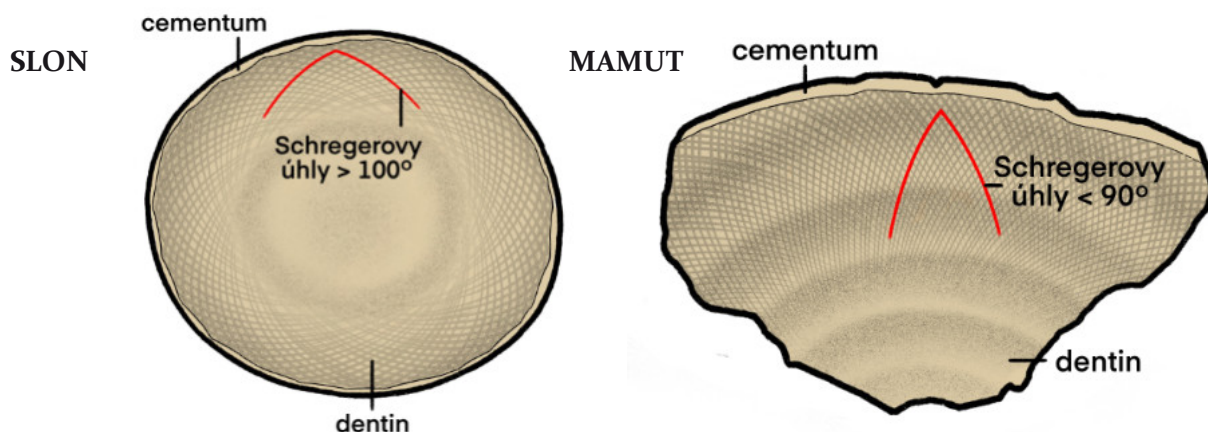
Ruka sošky je řezaná podélně, proto se linie zobrazují jako pruhy (v místě ramene elipsy) a nevykazují typickou mřížku (foto Zdeněk Novák).

Pokud jsou předměty řezané jinak než příčně, či jde o velmi malé předměty, nalezení Schregerových linií je obtížné až nemožné.

Předměty řezané podélně a v tenké vrstvě (např. klavírní klávesy) či řezby šikmé mohou vykazovat nepravidelné paralelní pruhy v podélném směru (zaměnitelné s plastem). V případě zakulacených tvarů mohou být Schregerovy linie patrné jako elipsy.

Klíčové pro rozlišení slonoviny recentních slonů od mamutoviny jsou úhly, ve kterých se vnější Schregerovy linie kříží. Jde o tzv. **Schregerovy úhly**:

- **slonovina** – Schregerovy úhly tupé, přes 100° , v blízkosti vnější vrstvy cementa až 125°
- **mamutovina** – Schregerovy úhly ostré, méně než 90° .



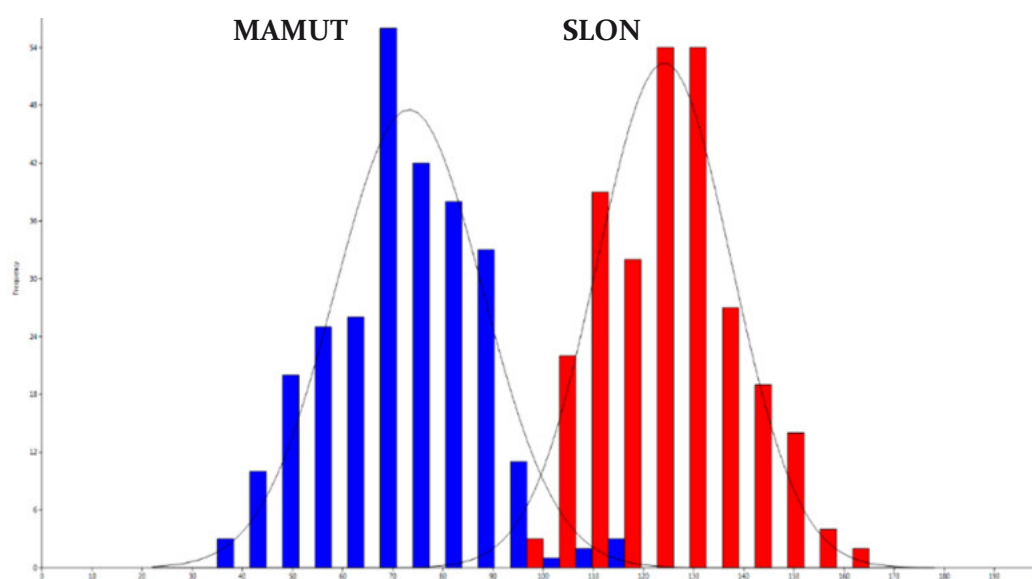
Vnější Schregerovy úhly mají tvar gotického oblouku, slonovina a mamutovina se od sebe liší velikostí úhlů (kresby David Říha).



Vnější Schregerovy úhly svírají ve slonovině tupý úhel, v mamutovině úhel ostrý (foto Pavla Říhová, Zdeněk Novák).

Při determinaci se hodnotí úhly vnějších Schregerových linií, nikoli vnitřních. Vnitřní linie kolem středu klu nebývají zcela patrné, ale pokud jsou viditelné, tak se jejich úhly směrem ke středu zmenšují. Tyto úhly jsou vždy ostré, jak u slonoviny, tak i mamutoviny. Pokud by byly měřeny úhly vnitřních linií, může determinace dospět k zavádějícímu výsledku (mylné určení slonoviny jako mamutoviny).

Vnitřní Schregerovy linie ve slonovině svírají ostrý úhel, předmět vyřezaný pouze z této části klu může být mylně určen jako mamutovina (foto Dominika Formanová).



Schregerovy úhly naměřené u mamutoviny a slonoviny (zdroj Espinoza, E.O., 2022)

Problematické může být rozlišení při velikosti úhlů 90-105°, kde dochází k překryvu slonoviny a mamutoviny. Na klech také mohou být lehké deformace (úhly mohou být na jedné straně klu ostřejší než na druhé). Z toho důvodu je doporučeno provádět vícenásobné měření úhlů na různých místech předmětu, viz dále.

Schregerovy úhly	mamut	slon
konkávní úhly (vrchol směrem k povrchu klu/cementu)	průměr 74.7° (rozptyl 51.4° – 90.4°)	průměr 130.9° (rozptyl 114.2° – 155.2°)
konvexní úhly (vrchol směrem ke středu klu)	průměr 72.7° (rozptyl 49.6° – 89.6°)	průměr 117.3° (rozptyl 103.0° – 142.0°)
medián	73.7°	124.1°
N (počet zvířat)	270	270

Výsledky měření Schregerových úhlů u mamutoviny a slonoviny. Medián Schregerových úhlů je u slonoviny 124.1°, u mamutoviny 73.7°. (zdroj Espinoza, E.O. et al., 1990).

Jak měřit Schregerovy úhly

1) Prohlídka předmětu

Předmět je třeba pečlivě prohlédnout (lze využít lupu a světelný zdroj) a nalézt místa řezu, kde jsou Schregerovy linie a úhly viditelné.

2) Orientace

Důležité je **zorientovat úhly směrem k cementu** např. dle viditelných zbytků cementa na části předmětu nebo dle tvaru předmětu, aby bylo jisté, že budou měřeny úhly vnějších Schregerových linií.

Problematické může být zorientování malých předmětů, které mohou být vyřezány

- ze středové oblasti klu, kde se nachází pouze vnitřní linie s ostrými úhly;
- z oblasti ležící mezi vnitřními a vnějšími Schregerovými liniemi, kde žádné linie viditelné nejsou.

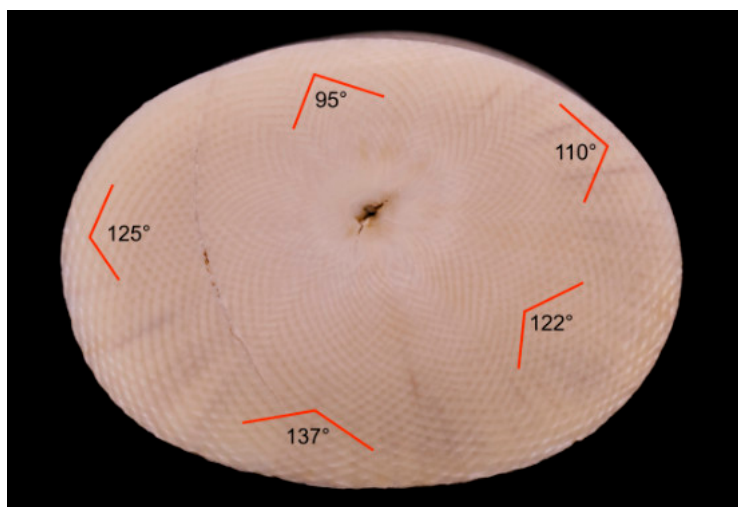
Pokud nelze úhly zorientovat směrem k cementu, závěry determinace mohou být mylné!

3) Změření úhlů

Doporučeno je změřit **minimálně 5 různých úhlů** zorientovaných k cementu a výpočet jejich průměru. Dříve se k měření využívala kopírka (ofocení předmětu) a úhломěr. Dnes se předměty digitálně fotografují a úhly se na fotografii měří pomocí software, např. MB Ruler Pro, Angulus, Angle Meter 360 apod. V USA používají zařízení Video Spectral Comparator 8000. V zásadě není důležité, zda jsou měřeny úhly konkávní (směrem k povrchu) či konvexní (do středu klu), nesmí však jít o úhly směrem do strany.

Pokud je průměr změřených úhlů:

- větší než 100° - předmět je vyroben ze slonoviny
- menší než 100° - předmět je vyroben z mamutoviny



Při měření je důležité zorientovat Schregerovy úhly směrem k povrchu klu a měřit 5 různých úhlů, z nichž je pak spočítán průměr, zde 117.8° .

Pokud je průměr vyšší než 100° , jedná se o slonovinu (foto Zdeněk Novák).

4) Alternativní determinace

Pokud nelze Schregerovy úhly zorientovat k cementu a není možné změřit větší počet úhlů, je na místě uvážit odběr vzorku a provedení genetické analýzy k určení druhu. Postup odběru vzorků je popsán v Metodice odběru vzorků pro forenzní dokazování v případech wildlife crime:

<https://forensics.natur.cuni.cz/odber-vzorku/>, CEFV UK, 2024.

Rovněž lze využít Guidelines on Methods and Procedures for Ivory Sampling and Laboratory Analysis:

https://cites.org/eng/prog/imp/Wildlife_forensics, UNODC, 2014.

Použití slonoviny

Zpracování slonoviny má dlouhou historii, jako materiál k řezbám byla používána už v době kamenné. Nejstarší řezby ze slonoviny pochází z období mladého paleolitu (před 40 000 lety). První záznamy o obchodování se slonovinou jsou datovány do 14. stol. př. n. l.

Staroindická civilizace v povodí Indu (doba bronzová 3900-1300 let př. n. l.) využívala slonovinu na výrobu běžných denních předmětů. Při vykopávkách ve městě Mohendžodaro byly nalezeny slonovinové háčky, špendlíky, šídla, hřebeny, náhrady zubů, tužky na oční linky ad.

V Číně se první zprávy o tradici řezbářství objevují za dynastie Shang a Zhou (12. století př. n. l.), kdy byly vyráběny rituální slonovinové předměty a ozdoby pro elitu.

V Evropě sloužila slonovina v antickém Řecku a Římě k výrobě uměleckých předmětů a luxusního zboží (řecké sochy měly oči ze slonoviny). Velká poptávka byla pravděpodobně důvodem vyhubení slonů v severní Africe a v Sýrii. Aristoteles zmiňoval slonovinu ve svých spisech již ve 4. století př. n. l., Plinius Starší o ní psal v 1. stol. př. n. l. Také v Bibli se objevují zmínky o slonovině (slonovinový trůn krále Šalamouna).

Obchod se slonovinou byl po tisíce let spojen s obchodem s kořením, hedvábím a otroky. Hedvábnou stezkou z Asie putovala do Evropy slonovina slonů indických. Africká slonovina začala být intenzivně dovážena po kolonizaci Afriky Evropany. Hlavními centry obchodu byly Zanzibar, Dakar a Kapské Město, odkud proudila slonovina přes arabské překupníky na hlavní burzy do Londýna, New Yorku a Paříže (nejlepší řezbáři slonoviny v Evropě sídlili v Paříži).

Největším spotřebitelem slonoviny bývala po staletí Evropa a USA. Od 70. let 20. století se výrazně zapojilo Japonsko. V současné době je největší spotřebitel slonoviny **Čína a Vietnam**. Z asijského pohledu má slonovina mnoho významů, proto poptávka stále přetrvává:

- estetická hodnota – krása
- náboženská hodnota – požehnání
- kulturní hodnota – starožitnosti
- sociální hodnota – sociální status
- medicínská hodnota – zdraví
- ekonomická hodnota – investice

Dlouhodobá poptávka po slonovině způsobila enormní pokles populací slonů ve volné přírodě. V roce 1800 žilo v Africe odhadem 10-20 milionu slonů afrických, při posledním velkém sčítání v roce 2016 bylo napočítáno již jen 350 000 jedinců.

Přesný počet slonů indických v minulých stoletích není znám, v současné době je ve volné přírodě odhadován na 40-50 000 jedinců.

Co může být vyrobeno ze slonoviny

Ze slonoviny jsou vyřezávány nejrůznější **ozdobné předměty, šperky a sošky**. Spektrum výrobků, s nimiž se lze setkat, je velmi široké. Může jít o celé vyřezávané kly, sošky lidí, zvířat, bůžků, křesťanské ikony, rukojeti holí, knoflíky, jídelní hůlky, náramky a nákotníky, hodiny, dýmky, špičky na cigarety, vějíře atd. Oblíbenost různých typů výrobků se měnila v průběhu historie, lze zaznamenat i geografické rozdíly.

Na decimaci sloních populací se nejvíce podepsala výroba pianových kláves a kulečnických koulí.



Příbory, ozdobné krabičky a vývrtky (foto Pavla Říhová)



Dámské vějíře byly často vyráběny ze slonoviny (foto Pavla Říhová). Slonovinové šachy (foto Dominia Formanová).

Klávesy pian se vyrábějí ze dřeva pokrytého tenkými plátky slonoviny (1-1,5 mm), která je bělena peroxidem, aby byla čistě bílá. Vrchol výroby probíhal v 19. století a začátkem 20. století v USA. Kolem roku 1900 bylo ročně v Americe vyrobeno 300 000 pian s klávesami ze slonoviny. Dnes již existují náhrady z plastu a různých kompozitních hmot, znalí pianisté však stále preferují slonovinu, protože je hygroskopická (absorbuje vlhkost/pot), slonovinové klávesy nejsou proto při hraní tak kluzké.

Kulečnickové koule ze slonoviny byly vyráběny především ve Velké Británii a v USA. Pro výrobu byla oblíbenější slonovina slonů indických, protože jejich kly jsou přímější, a ne tak velké. V Rusku byla k výrobě používána mamutovina. Část koulí byla barvena (kvůli pravidlům hry).

Ne všechny kly jsou na výrobu koulí vhodné. Koule je zapotřebí řezat z nejpevnější části klu co nejblíže středu (u velkých afrických slonů by bylo hodně odpadu, proto byli preferováni sloni indiští), z jednoho klu lze vyřezat maximálně 3-4 koule. Problémem bývalo uskladnění, pokud koule nebyly skladovány v určité vlhkosti, často praskaly (obvykle vydržely max. 5 let). Spotřeba slonoviny byla tudíž značná (největší koncem 19. a začátkem 20. století), proto výrobce kulečnicků Phelan and Collender v New Yorku vypsali v roce 1863 cenu 10 000 USD za vynalezení náhradního materiálu. V roce 1870 byl vynalezen celuloid, trvalo však poměrně dlouho, než se jeho užití rozšířilo.

V 19. století byly v Evropě velice populární dřevěné či kovové **krabičky vykládané slonovinou**, příp. i želvovinou. V Japonsku byly malé osobní krabičky ze slonoviny v oblibě již od 17. století.



Krabičky vykládané slonovinou (foto Dominika Formanová)

Slonovina byla používána také na výrobu **relikviářů, krucifixů a křesťanských ikon** (ikony ze slonoviny jsou dodnes velmi rozšířené na Filipínách).



Krucifixy ze slonoviny, vlevo s viditelnými prasklinami (foto Dominika Formanová)



Religiózní předmět (foto Pavla Říhová)

V 18. století byly velmi populární **miniatury**. První miniatury se objevily po roce 1705 a největšího rozvoje jejich výroba dosáhla po roce 1760. Hlavní produkce se nacházela v Evropě, USA a Indii (Východoindická společnost). Při výrobě miniatur se slonovina řezala na téměř průsvitné tenké plátky



(1 mm), na které byly poté malovány kulaté či oválné portréty osob. Obvyklá velikost miniatur bývala 3x4 cm. S vynálezem fotografie výroba miniatur ze slonoviny zanikla. Někdy se na trhu objevují imitace starožitných miniatur vyrobené z prvních plastů (celuloid, plasty na bázi kaseinu).

Slonovinové miniatury (foto Dominika Formanová)

Oblíbeným dekoračním předmětem jsou **puzzle koule**. Jedná se o série více koulí v sobě (počet může být od 5 až do 15), které jsou všechny vyřezány z jednoho klu. Puzzle koule byly vyráběny od 17. století, k jejich masivní produkci došlo ve 20. století. Dodnes se v obchodě se slonovinou objevují.



Puzzle koule ze slonoviny – vlevo koule ze sbírky Border Force, UK, vpravo koule zabavená v ČR. Uvnitř koulí je několik dalších vyřezávaných menších koulí (foto Pavla Říhová, Dominika Formanová).

Nařezané plátky slonoviny sloužily také k výrobě **rámečků obrázků**. Pokud je slonovina řezána šikmo, lze docílit plátku dlouhého až 20 cm. V roce 1830 byl vynalezen způsob, jak postupně „odkrajovat“ tenoučkou vrstvou slonoviny o délce až 1 metr. Takový plátek se poté lepil na dřevo kvůli stabilizaci. Tenké plátky mají obecně větší tendenci praskat.



Slonovina byla využívána rovněž na **vykládání intarzií** (francouzský styl marquetry, japonský shibayana ad.). K lepení slonovinových plátků se používaly rostlinné resiny nebo vyzina z plovacích měchýřů jeseterů či tresek (fish glue).

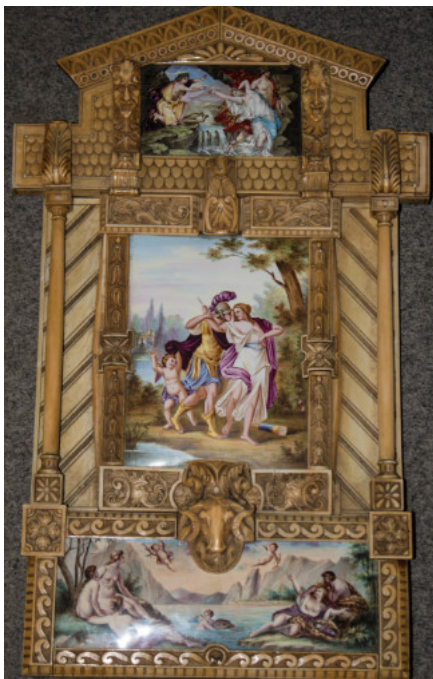
Průsvitné tenké plátky slonoviny nalepené na rámu obrázku, znatelné je podélné proužkování (foto Dominika Formanová)

V Evropě se ze slonoviny vyráběly **hodiny**, včetně slunečních hodin, a **kompasy**. Hlavní centra výroby byla ve Francii a Německu.

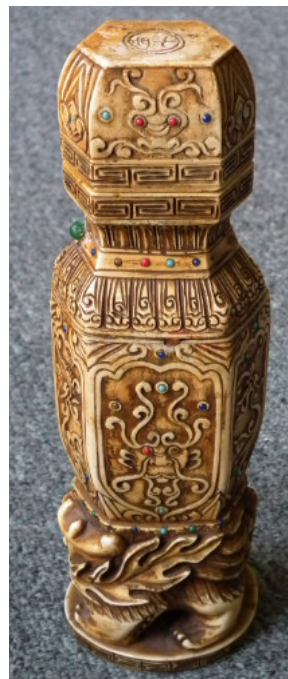
Dříve bylo populární předměty ze slonoviny **dobarvovat**. Častými barvami byla zelená, modrá, tmavě hnědá a odstíny červené (používaly se i toxické pigmenty, např. žlutý arsenik, červená rtuť). Povrch slonoviny byl před barvením narušen kyselinou, aby barva lépe chytla. Někdy se slonovina zdobila zlatými lístky, nebo opalovala (vytváření černých znaků na povrchu).



Hodiny ze slonoviny (foto Dominika Formanová)



Barvená a malovaná slonovina (foto Pavla Říhová)



Slonovinový prach se také přidával do barev. Nejznámější byla čern zvaná ivory black, jejíž součástí byl pomalu pálený slonovinový prach (dnes se tato barva vyrábí synteticky, příp. jsou využívány pálené kosti).

Lze se setkat i s předměty, na nichž je slonovina **kombinována s jinými materiály**, např. s jantarem, želvovinou, kostí, či materiálem ze zubů jiných savců. V období Art Deco byla častá kombinace slonoviny s bronzem a mramorem.



Soška hudebníka, na níž je použita slonovina a zub vorvaně (buben) (foto Dominika Formanová)



Kovové sošky se slonovinou. Na čele ženy jsou patrné Schregerovy úhly. Ruka je řezána podélně, viditelné jsou proužky Schregerových linií. Determinace u takto malých kousků slonoviny může být obtížná (foto Dominika Formanová).



Africké řezby obvykle znázorňují stylizované postavy žen, válečníků nebo zvířat. Nebývají tak řezbářsky propracované jako řezby asijské či evropské.

Známé jsou tzv. **ekipy**, drobné šperky kmene Owambo v Namibii. Ženy tyto ozdoby nosily jako knoflíky. Dnes jsou ekipy oblíbeným turistickým suvenýrem.



Propracovanost řezeb africké a asijské provenience bývá rozdílná. Vlevo řezba pocházející z Číny, vpravo soška africká (foto Pavla Říhová, Dominika Formanová).

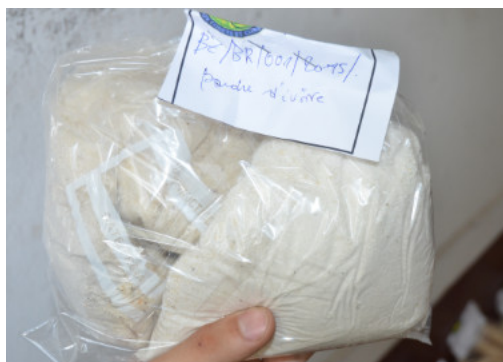
Z Japonska pochází „knoflíkové“ sošky, tzv. **netsuke**. Jedná se o drobné miniaturní sošky se dvěma otvory, které sloužily k provlečení hedvábné šňůry. Pomocí šňůry s netsuke se k opasku připevňovaly váčky na drobnosti.

Netsuke se v Japonsku vyrábějí již stovky let, často je užívaly královské a šlechtické rody. Původní netsuke byly ze dřeva, ale největší popularity dosáhly netsuke vyrobené ze slonoviny. Sošky mají zvýrazněné linie, vyškrobovaly se do nich rýhy, do nichž se dávalo barvivo. Originální netsuke (a kvalitní kopie) mají dva propojené otvory různé velikosti, u většího otvoru se zavazoval uzel šňůry. Na sošce bývá signatura umělce.



Japonské netsuke (foto Pavla Říhová)

V dnešní době se jedná o populární suvenýr a sběratelský předmět, je proto vyráběno mnoho moderních napodobenin. Moderní netsuke mají obvykle otvory podobné velikosti, příp. otvory nejsou vzájemně propojeny. Je však nutno upozornit, že i moderní kopie starých netsuke se často vyrábí ze slonoviny či z klu narvala.



Slonovinový prášek, Brazaville, Kongo (foto Arthur Sniegon)

Dalším japonským specifickým jsou **podpisová razítka hanko**. Na výrobu hanko je ceněna především tvrdá slonovina pralesních slonů či vzácnější slonovina indických slonů. Z jednoho klu je vyrobeno jen několik málo hanko, neboť se na používá nejpevnější vnitřní část klu při jeho středu.

Zajímavé a nepříliš známé je **medicínské využití slonoviny**. Pro tyto účely se po staletí používal rozemletý **slonovinový prášek**, popř. hobliny. Prach se užíval s medem (léčba vyrážek a akné), s kozí krví (žlučové

kameny), spálený na popel (proti potratu, zácpě, červům u dětí a horečce omladnic), v Africe a Indii se dával dobytku ke zvýšení produkce mléka. Léčbu pomocí slonovinového prášku popisoval již Plinius Starší v roce 77 n. l. v díle *Naturalis historia*.

Jako léčivo se užívalo i tzv. „slonovinové želé“. Při jeho výrobě se slonovinový prach vařil s bylinkami a kořením, do výsledné gelovité hmoty (vzniklé díky kolagenu ve slonovině) se přimíchávalo sherry a cukr.



Trh se slonovinou, Kinshasa, Kongo (foto Arthur Sniegón)

Mamut srstnatý

Mammuthus primigenius

Taxonomicky je popsáno několik druhů mamutů (srstnatý, stepní, kolumbský, jižní, africký, trpasličí ad.). Původně se tito chobotnatci vyvinuli v Africe, posléze osídlili Evropu, nakonec se rozšířili až na Sibiř a do Severní Ameriky. Nejznámějším druhem je **mamut srstnatý** (*Mammuthus primigenius*) charakteristický hustou srstí, který obýval chladnější oblasti Evropy, severní Asie a Severní Ameriky. Objevil se před 400 000 lety a na pevnině vyhynul na konci poslední doby ledové před 10 000 lety. Některé izolované populace přežívaly déle na ostrovech, poslední mamuti vyhynuli na Wranglerově ostrově před 4000 lety. V období před 8-10000 lety existovali i kříženci mamutů a slonů indických. Mamuti srstnatí se dožívali 60-100 let, jednalo se o velká zvířata (samci mohli měřit až 3,4 metru a vážit 6 tun). Měli velké asymetrické kly, které po úhynu zvířat zůstávaly dobře zakonzervovány v permafrostu. V Evropě jsou první nálezy pozůstatků mamutů datovány do 16. století (Čechy, lokalita Předmostí u Přerova).

Mamuti byli lidmi loveni od doby železné pro maso, kosti a zuby. Kostí a kly se využívaly jako stavební materiál, kosti i jako palivo (hoří déle než dřevo). Mamutovina byla vyřezávána a sloužila jako obchodní artikl. Na trzích Středního a Dálného východu se s mamutovinou obchodovalo již před 2000 lety, v období 400 let př. n. l. čínské záznamy zmiňují dovoz mamutoviny do Číny, v 10. století byla mamutovina prodávána i v Evropě.

Dostupnější se mamutovina stala poté, co carské Rusko v 16. století ovládlo Sibiř. Od 17. století obchod s mamutovinou silně vzrůstal a Rusko se stalo hlavním zdrojem, exportovalo velké množství mamutích klů nacházených v sibiřském permafrostu. Za 350 let bylo vykopáno a prodáno přes 7000 tun mamutoviny. Po vzniku SSSR byl export oficiálně zastaven, ale od roku 1990 je znovu obnoven (v souvislosti se zákazem obchodu se slonovinou). Odhaduje se, že v permafrostu na Sibiři stále zůstává až 550 000 tun mamutoviny.

V současné době je každý rok z Ruska vyvezeno cca 120 tun, 90 % je exportováno do Číny, malé množství zůstává v Rusku na domácím trhu. Kly, které mohou vážit až 100 kg, lze prodat za 350 USD/kg, což



Mamutovina ve sbírkách National Wildlife Forensic Laboratory, Ashland, USA (foto Pavla Říhová)

znamená velkou finanční motivaci pro potenciální hledače. Hlavní sezóna hledání mamutích klů je v létě, kdy roztává permafrost (stále zmrzlá půda). Stovky hledačů propátrávají mořská pobřeží a místa sesuvů půdy. Využívají krumpáče i pumpy k rozpouštění zmrzlé půdy, helikoptéry s radary, které snímají povrch a analyzují podpovrchové vrstvy. Nálezy celých klů jsou však vzácné, obvykle jsou nacházeny jen jejich části.

K hledání mamutích klů je v Rusku nutné povolení, ale mnoho činností se děje nelegálně. Aktuálně je situace popisována jako **zlatá mamutí horečka** a paleontologická apokalypsa, protože dochází k nevratnému ničení pravěkých nalezišť.

Mamutí kly jsou nacházeny také na Aljašce, kde je rovněž nutné mít pro hledání povolení a obchod s mamutovinou je povolen jen původním obyvatelům.

Mamutovina

Mamutovina je využívána obdobným způsobem jako slonovina. Používá se na řezby, výrobu dekorativních předmětů, v 19. století to byla běžná surovina pro výrobu kláves klavírů a kulečnickových koulí (viz Použití slonoviny).

Obchoduje se výhradně s mamutovinou mamutů srstnatých z chladných oblastí, která je vykopávána ze zmrzlé půdy permafrostu, a tudíž dobře zachovalá. Mamutovina z nalezišť v teplejších oblastech je poškozená a na řezby se nepoužívá (má význam pouze vědecký).

Obdobně jako u slonů jsou mamutí kly **prodloužené horní řezáky**. Se sloními kly je vzhledově není možné zaměnit – u mamutů jsou kly asymetricky zakřivené a stáčí se dovnitř (stará zvířata měla často kly zkřížené). Povrch mamutích klů je tmavý, popraskaný a hrubý, může připomínat kůru. Na povrchu bývají vysrážené soli, které vytváří nahnědlé nebo modrozelené skvrny. Jde především o železitý fosfát, tzv. vivianit. Pouhým okem **vivianit** nemusí být patrný, v UV světle však purpurově září.

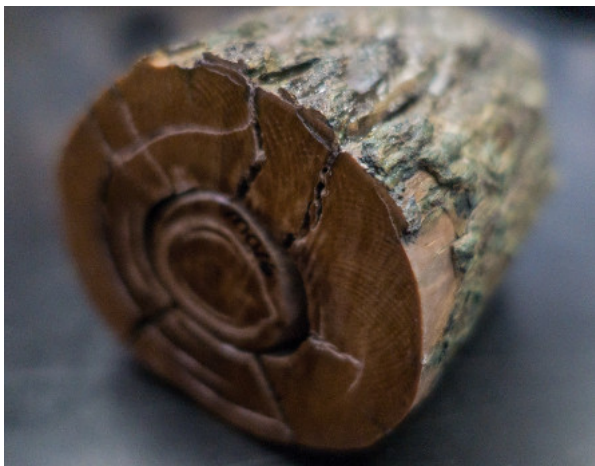


Vivianit vytváří na povrchu mamutího klu hnědavé a modrozelené skvrny (foto Zdeněk Novák).

Na průřezu jsou mamutí kly kulaté, oproti sloním obecně větší a masivnější (délka až 5 metrů). Rostly po celý život zvířete, přírůstky jsou patrné ve formě koncentrických Owenových linií, podél nichž kly často praskají.

Na povrchu mamutích klů se nachází vrstva cementa, která bývá tmavě hnědá, hrubá a s prasklinami.

Hmota klu je tvořena dentinem. Mamutí dentin je hnědý, tmavě žlutý, ale může být i velmi světlý (**barvu proto nelze považovat za základní rozeznávací znak!**). Mamutovina je často barevně nejednotná a popraskaná, k řezbářskému využití se hodí max. 50 % nalezených klů. Na mamutích klech se **nenachází žádná vrstva skloviny**.

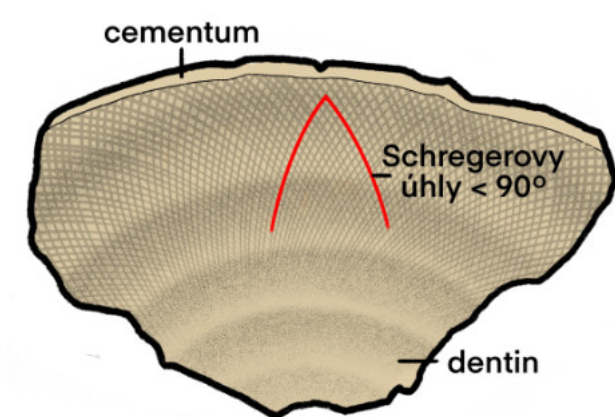


Barva mamutoviny může být tmavě hnědá i světle smetanová. Na povrchu kly mívají popraskanou mineralizovanou vrstvu, která vzhledově připomíná kůru. Časté jsou koncentrické praskliny podél Owenových linií (foto Pavla Říhová).

V dentinu jsou patrné Schregerovy linie, které vytvářejí **Schregerovy úhly**. Na rozdíl od slonoviny jsou u mamutů úhly **menší než 100°**. Úhly se zužují směrem ke středu klu, u středu klu jsou velice ostré.



Mamutovina s viditelnými ostrými Schregerovými úhly a prasklinami podél Owenových linií (foto Zdeněk Novák)



Řez mamutím klem (kresba David Říha, fotografie Zdeněk Novák)



Řezby z mamutoviny mohou být velmi světlé (foto Pavla Říhová, Zdeněk Novák).

Odlišnosti mamutoviny a slonoviny

Mamut	Slon
kly výrazně asymetrické, zakřivené směrem dovnitř, často se kříží	kly relativně symetrické, mírněji zakřivené
kly velké, masivní, kulatý průměr, délka až 5 metrů	kly ve srovnání s mamuty menší, kulatý průměr maximální délka klu 3,5 metru
povrch klu tmavý, hrubý, popraskaný, vzhled kůry	povrch klu světlý, hladký
kly často popraskané (koncentrické praskliny podél Owenových linií, podélné praskliny)	praskání méně časté, spíše v důsledku špatného uskladnění (vysychání)
mamutovina v UV světle modře září	slonovina v UV světle modře září
na povrchu může být vivianit (v UV světle purpurově září)	na povrchu nikdy není vivianit
mamutovina je tvrdší než slonovina	slonovina je měkčí než mamutovina
dentin krémový, tmavě žlutý, tmavě hnědý	dentin krémový, u staré slonoviny tmavne
vnější Schregerovy úhly ostré (menší než 100°)	vnější Schregerovy úhly tupé (větší než 100°)

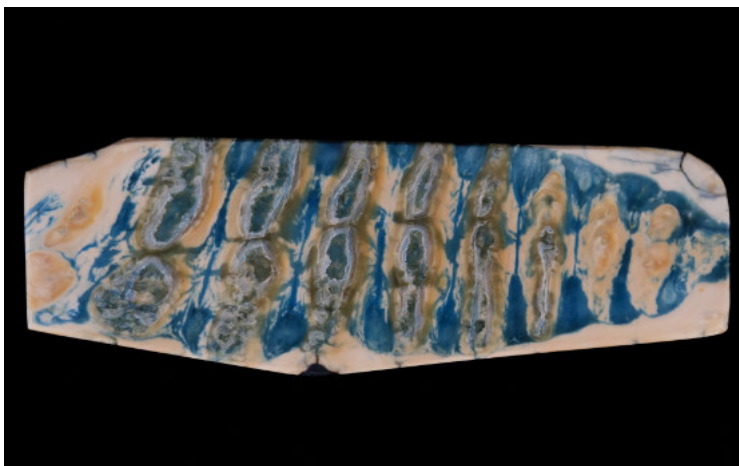
Mamutí stoličky

Mamuti měli stejně jako sloni 24 stoliček, v horní i dolní čelisti 6 na každé straně. Stoličky se nacházely v řadě za sebou, po opotřebení byly průběžně zezadu nahrazovány. Jednalo se o masivní zuby s nízkými korunkami. Strukturou jsou lofodontní, tj. vytvářející příčné záhyby dentinu s vystupujícími hřebeny skloviny (vzhled podrážky bot). Ve stoličkách nejsou patrné Schregerovy úhly.

Někdy jsou mamutí stoličky **barveny** a řezány na plátky. Dentin barvu absorbuje, zatímco sklovina zůstane neutrálně světlá. Výsledný materiál má zajímavý proužkovaný vzhled a používá se na dekorace či vykládání předmětů.



Stolička mamuta (foto Pavla Říhová)



Barvený řez stoličkou mamuta (foto Zdeněk Novák)

Mamutí odontolity

Jde o mamutovinu z miocénu, která byla teplem uměle zpracována a získala **tyrkysovou barvu**. Metodu výroby vynalezli ve středověku cisterciáckí mniši v oblasti Gers ve Francii a sloužila k výrobě imitací tyrkysu do šperků.

Mamutovina je při tomto zpracování vystavena teplotě 600 °C po dobu cca 8 hodin, čímž postupně získává sytou tyrkysovou barvu. Schregerovy úhly zůstávají zachovány, čímž lze odontolit z mamutoviny rozeznat od pravého tyrkysu. Ve hmotě také nejsou tmavé oblasti, což je u tyrkysu časté. K výrobě odontolitů byly využívány i mamutí kosti (kost v podobných podmínkách zahřátí také někdy zmodrá), lze se tedy setkat s názvy tyrkysová kost, fosilní tyrkys ad.

Odontolity se objevují ve viktoriánských špercích, mnoho jich je v privátních sbírkách, kde jsou často mylně považovány za tyrkys. Obecně se jedná o málo prozkoumaný materiál.

Mastodonti

Jedná se o skupinu vyhynulých chobotnatců, kteří žili v Americe od Aljašky po Mexiko a v Grónsku a vyhynuli cca před 11 000 lety. Mastodonti byli obecně menšího vzrůstu než mamuti (velikost cca slona indického) s kratšími a méně zahnutými kly. K prvnímu nálezu klu mastodonta došlo v roce 1705 v oblasti New Yorku, kdy farmář na svém pozemku našel kus klu o váze 2,2 kg. Nález byl pojmenován Incognitum, protože nebylo jasné, z jakého zvířete pochází. Trvalo 100 let, než v roce 1806 identifikoval mastodonta francouzský anatom George Cuvier.

Skupina mastodontů vykazuje složitou taxonomii, druhy se často zaměňují s některými druhy mamutů. Odlišnosti spočívají ve struktuře stoliček. Mastodontí stoličky nemají příčné záhyby, ale na povrchu se nachází kuželovité hrboly ve dvou řadách (uzpůsobení k drcení větví a kůry).

Mastodontí kly byly méně zahnuté a menší než mamutí. Ve struktuře dentinu vykazují **Schregerovy úhly** (struktura však není tak jemná jako u slonů), jejichž medián je **124.7°**. Teoreticky by tak mohlo dojít k záměně se slonovinou. Mastodontí kly jsou však nacházeny výhradně ve vlhkém prostředí (bahno, rašelina), z nichž materiál získává díky tříslovinám tmavou barvu. Za posledních 40 let došlo pouze ke dvěma nálezům, kdy mastodontí slonovina nebyla tmavě zabavena. Dle prof. Daniela Fishera (Museum of Paleontology, University of Michigan) mastodontí kly, u nichž by dentin měl stejný vzhled jako u moderních slonů, prakticky neexistují. Kly mastodontů jsou také velice vzácné a na trhu se neobjevují. Mimo paleontologických nálezů a vědeckého výzkumu se s nimi prakticky nedá setkat.

PLOUTVONOŽCI • PINNIPEDIA

Dle současné taxonomie jsou ploutvonožci (Pinnipedia) řazeni do řádu šelmy (Carnivora), v němž tvoří tři čeledi:

- mrožovití • Odobenidae
- lachtanovití • Otariidae
- tuleňovití • Phocidae

Ve všech třech čeledích lze nalézt druhy s velkými zuby. Pouze mrož lední však má přeměněny horní špičáky na robustní kly, jejichž materiál je využíván v řezbářství (walrus ivory/mrožovina). Další druhy ploutvonožců jsou zmíněny v kapitole Šelmy.

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
mrož lední <i>Odobenus rosmarus</i>	CITES III (Kanada)	B



Mrož lední *Odobenus rosmarus* (foto Monica Max West, Pixabay)

Mrož lední

Odobenus rosmarus

Jedná se o druh vyskytující se výhradně na severní polokouli v arktických oblastech. Taxonomicky jsou rozlišovány 2 poddruhy:

- **mrož atlantský** • *Odobenus rosmarus rosmarus* – východní Kanada, Arktida a Grónsko
- **mrož pacifický** • *Odobenus rosmarus divergens* – Beringovo moře, Aljaška, Sibiř

Mrož atlantský je menší o cca 15 % a více ohrožený (odhad současné populace 20-30 000 jedinců). Populace pacifického poddruhu se mírně zvyšují (odhad z roku 2022 je cca 250 000 jedinců). Mroži jsou ohroženi globálním oteplováním a ústupem ledu, jsou náchylní na rušení a na znečištění vody (jejich tuk absorbuje těžké kovy a pesticidy). Dožívají se cca 25 let.

Mroží zuby

Počet zubů redukovaný

Zubní vzorec trvalého chrupu $\frac{113}{013}$

Celkem 18 zubů.

Řezáky jsou pouze dva (malé, oválné), horní špičáky jsou modifikovány na kly, za nimi je 6 malých kolíkovitých premolárů, stoličky chybí.

Mléčné zuby mají zubní vzorec: $\frac{313}{313}$. Celkem 28 mléčných zubů, všechny jsou malé a kuželovité.

Mléčný chrup zaniká ještě před narozením jedince nebo vzápětí po něm. Prakticky současně s mléčným se prořezává trvalý chrup. Mládě se rodí bez klů, které se prořezávají jako poslední ve 4-5 měsících (viditelné pod horními pysky začínají být cca ve 2. roce).

Mroží kly

Kly mají mroží samci i samice. Jedná se o prodloužené zahnuté **horní špičáky** C^1 , které mohou dosahovat u pacifických mrožů délky až 1 metr a váhy 5 kg (mroži atlantští mají kly do cca 60 cm). Kly rostou mrožům po celý život, největší mívají nejstarší jedinci.

Na průřezu jsou oválné s nepravidelnými podélnými rýhami, průměru do cca 5 cm. Samci mívají kly delší a silnější s výraznějšími podélnými rýhami. Kly se časem opotřebovávají a mohou být i ulomené. Vzácně se vyskytuje anomálie růstu dalších dvou klů.

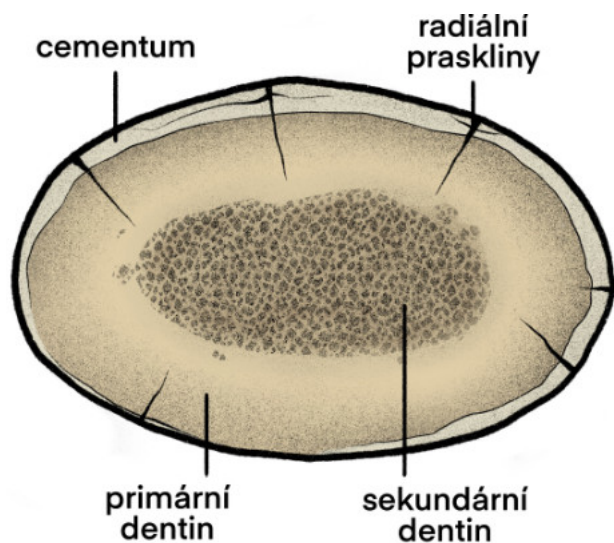


Špičáky mrožů jsou přeměněny na kly (foto Pavla Říhová).



Kly jsou na průřezu oválné, na povrchu vroubkované s nepravidelnými podélnými rýhami (foto Pavla Říhová).

V klu se nachází pouze malá dřevná dutina (není zcela kuželovitá), ve většině délky klu je pevný dentin. Sklovina je pouze na špičce, v průběhu života se obrušuje. Povrch klu kryje tenká vrstva cementa (před zpracováním se tato vrstva odstraňuje). Pro mroží kly je typická unikátní **struktura dvou odlišných dentinů**:



Řez mrožím klem (kresba David Říha)

- **primární dentin** – široká vrstva s jemnými koncentrickými liniemi
- **sekundární dentin (osteodentin)** – globulární struktura v centru klu

Sekundární dentin má stejnou barvu jako primární, ale je poloprůsvitný (translucentní). Odlišný vzhled je způsoben absencí dentinových tubulů (připomíná mramor nebo ovesnou kaši). Malé oblasti sekundárního dentinu občas pronikají do primárního dentinu.

Primární dentin má obdobné vlastnosti jako slonovina, dobře se řezbářsky zpracovává. Sekundární dentin není na řezby příliš vhodný, nelze řezat příliš do detailů, protože praská. Používá se spíše jako vykládací materiál např. na rukojeti nožů.

V mrožích klech se nachází **jemné podélné trhliny** po celé délce klu, které zasahují z cementa až do dentinu. Mrožovina praská po délce klu (v průběhu trhlin) a mezi primárním a sekundárním dentinem.



Mroží kly mají dva odlišné typy dentinu – primární a globulární sekundární dentin. Na povrchu klu jsou podélné trhliny, které zasahují až do primárního dentinu v podobě černých čárek (foto Pavla Říhová).

Velmi často se objevují napodobeniny mrožích klů. Při posuzování je třeba důkladné vizuální zhodnocení celého klu/předmětu:

- zakřivení a délka
- přítomnost podélných prasklin
- dutina (cavia)
- zbarvení, zřetelná přechodová linie (vnější část klu x čelistová část klu)
- znaky na řezu (primární, sekundární dentin)

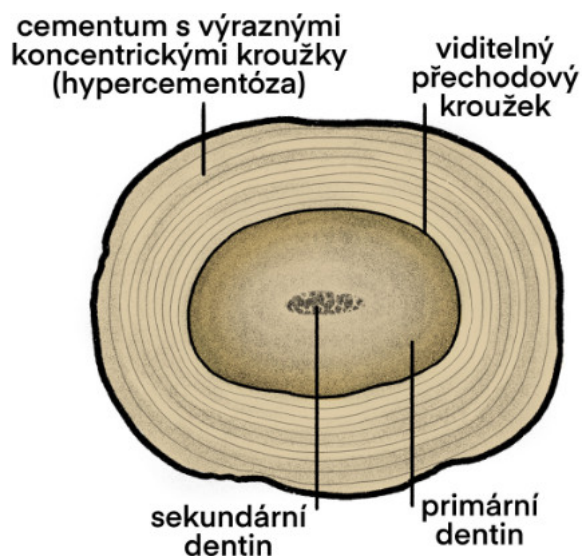
Falešný mroží kel odlitý z resinu, tvar ani vzhled dutiny neodpovídá (foto Pavla Říhová).



Lícni zuby

Řezáky a premoláry mrožího chrupu jsou zaoblené a kolíkovité, shodně se nazývají lícni zuby. Jsou rovné, měří 2,5–5 cm. Na řezu vykazují silnou vrstvu cementa (**hypercementóza**) a v ní zřetelné koncentrické linie. Mezi cementem a dentinem je výrazný přechodový kroužek. V primárním dentinu se také nachází koncentrické linie, sekundární dentin je redukovaný, patrný jen jako malá černá oblast.

Slícními zuby mrožů se také obchoduje, používají se např. na knoflíky.



Řez lícním zubem mrože (kresba David Říha)



Lícni zuby mrože (foto Pavla Říhová)

Použití mrožoviny

Mroži byli po tisíciletí v Arktidě loveni pro maso, tuk, kůži, kly i kosti. První archeologické nálezy pochází z cca 5. století př. n. l. ze západního Atlantiku. Mrožovina byla Inuity využívána k praktickým účelům: pro výrobu harpun, nožů, náradí, sněhových brýlí, ozdob či hraček pro děti.

Od 9. století začali mrože lovit i Rusové a Norové. Ve 12. století byla vyhubena geneticky odlišná populace z Islandu. Inuité postupně začali mrožovinu směňovat s dalšími národy za zboží ze železa a skleněné korálky.

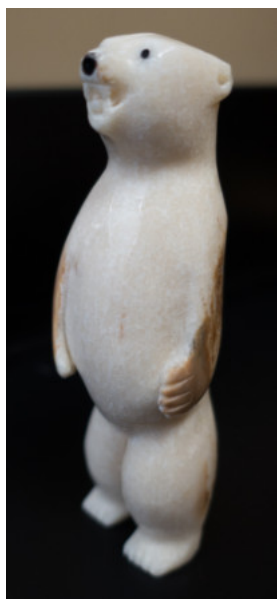
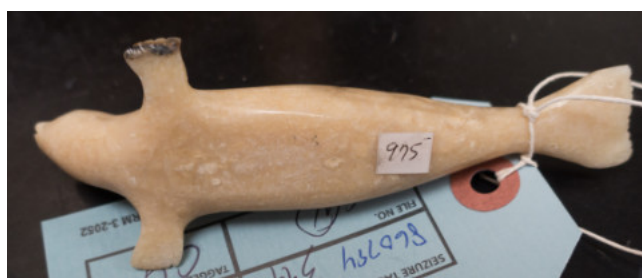
V 18. století se rozjel masový lov pro mrožovinu, tuk do lamp a kůži na výrobu lan, který trval až do 1. poloviny 20. století. V Rusku se masem mrožů krmily lišky na kožešinových farmách. Tuleňářské výpravy amerických a evropských lovců decimovaly mrože v průmyslovém měřítku a populace velmi poklesly. Lov mrožů byl v Rusku zastaven s ruskou revolucí v roce 1917, další země následovaly (do r. 1972 byl lov mrožů zastaven téměř všude). Dnes je lov mrožů silně regulován, povolen je pod určitými kvótami jen původním obyvatelům Arktidy v Grónsku, na Aljašce, v Kanadě a Rusku. Povolen je tradiční lov a prodej řezbářských výrobků (nikoli surové mrožoviny). Hlavním obchodním centrem prodeje mrožoviny je Moskva.

Historicky se mrožovině říkalo „seahorse ivory“. Ve středověku se v Evropě často používala na výrobu církevních předmětů, např. Gunhildin kříž vyrobený v Dánsku roku 1150. V novověku se z mrožoviny vyráběly deštníky, vycházkové hole a také zubní náhrady. Pro zubní náhrady byl používán tvrdý primární dentin (mrožovina nebyla tak drahá jako hroší zuby či slonovina, která je na zubní náhrady navíc příliš měkká).



Inuitská soška z mrožoviny (foto Pavla Říhová)

V současné době se obchoduje se soškami, řezbami, materiál se využívá na rukojeti nožů. Velmi populární jsou turistické suvenýry z mrožoviny (např. na Havaji, kam se mrožovina pašuje).



Výrobky z mrožoviny s viditelným sekundárním dentinem (foto Pavla Říhová)

Sekundární dentin se někdy používá do šperků jako imitace jadeitu – barví se na tmavě zeleno, aby imitoval zbarvení jadeitu. Na dotek je mrožovina teplejší než jadeit, váhově je lehčí, pro jadeit také není typická globulární struktura, jakou má sekundární dentin mrože (mramorový vzhled).

Fosilní „zkamenělá“ mrožovina

Mrož lední je velmi starý druh, jeho nejstarší fosilní nálezy jsou datovány do středního pleistocénu (před cca 1,5 miliony let). V oblastech jeho původního výskytu jsou dodnes nacházeny fosilizované mineralizované mroží kly. Jedná o stejný druh jako je recentní mrož, proto vzniká v takových případech problém svýkladem práva. Na fosilní mrožovinu nelze nahlížet stejným způsobem jako na mamutovinu (mamut je na rozdíl od mrože vyhynulý druh), je však sporné, zda se na fosilizované exempláře recentního druhu může vztahovat úmluva CITES a související právní normy či nikoli a kde je případně časová hranice mezi fosilním a recentním mrožím klem. Výklad se v různých zemích liší.



Fosilizovaný mroží kel (foto Zdeněk Novák)



Řez fosilizovanou mrožovinou. Typické je tmavší zbarvení směrem k povrchu (foto Pavla Říhová).



Fosilizovaný mroží kel v UV světle, patrné jsou krystalky vivianitu zářící fialově (foto Celní správa ČR).

Nejvíce se fosilní kly nachází v Kanadě a na Aljašce, legálně sbírat a prodávat je mohou jen původní obyvatelé. Mnoho nalézáných mrožích klů není tak starých (může se jednat o kly staré 3000 let, ale také jen 300 let).

Fosilní mrožovina se používá na rukojeti nožů, části hudebních nástrojů či výrobu sošek.

Fosilní mrožovina je silně mineralizovaný materiál, je tvrdší než mamutovina, je však více stabilní a méně praská. Typické je odlišné zbarvení: může být světlá jako čerstvá mrožovina, ale obvykle absorbuje minerály ze země a barva jde až do tmavě hnědé. Materiál bývá tmavší směrem k povrchu, sekundární dentin zůstává světlejší, spíše krémový.

Díky mineralizačnímu procesu bývá na povrchu fosilních klů přítomen tzv. **vivianit**. Jde o vysrážené soli, především železitý fosfát, které vytváří nahnědlé nebo modrozelené skvrny. Pouhým okem vivianit nemusí být patrný, v UV světle však purpurově září.

KYTOVCI • CETACEA

Komerčně využívány jsou zuby větších druhů ozubených kytovců (Odontoceti), především vorvaňů, kosatek a kly narvalů. Ojediněle jsou kdekoračním účelům používány i zuby menších druhů, např. obyvatelé ostrova Fanalei na Šalamounových ostrovech nosí náhrdelníky z delfíních zubů (získávají je místním tradičním lovem delfínů „oto asi kirio“).

Zuby kytovců se obvykle výrazněji neopracovávají a vyrobené předměty zachovávají původní tvar zubu. Typickým znakem pro zuby všech ozubených kytovců jsou **koncentrické kroužky v dentinu**.

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
narval jednorohý <i>Monodon monoceros</i>	CITES II	A
vorvaň obrovský <i>Physeter macrocephalus</i>	CITES I (Island, Japonsko, Norsko a Palau mají vznesenu výhradu*)	A
kosatka dravá <i>Orcinus orca</i>	CITES II	A

* Po dobu platnosti vznesené výhrady je členská země úmluvy CITES formálně považována za nesmluvní stranu, pokud jde o obchod s dotyčným druhem. Vzhledem k problémům, jež výhrady způsobují při implementaci, je doporučeno, aby země, které vznesly výhrady k zařazení druhu do přílohy I, s tímto druhem zacházely, jako by byl v příloze II.



Vorvani obrovští *Physeter macrocephalus* (foto Tomáš Kotouč)

Narval jednorohý

Monodon monoceros

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
narval jednorohý <i>Monodon monoceros</i>	CITES II	A

Narval jednorohý patří do čeledi Monodontidae spolu s běluhou severní (*Delphinapterus leucas*). Dospělí jedinci měří 3-5,5 metru a váží až 1600 kg. Narvalové se vyskytují v arktických vodách severního Atlantiku (Kanada, Grónsko, Rusko), populace je odhadována na 170 000 jedinců. Sezónně pravidelně migrují na velké vzdálenosti v závislosti na stavu ledu. Dožívají se až 50 let.

Narvalí kel



Kly narvala (foto Dominika Formanová)

Narval má jeden z nejvíce specializovaných chrupů mezi savci. Jde o monofyodontní chrup, tj. má pouze jednu dentici po celý život.

Plod má původně založeno 6 párů zubů v horní čelisti a dva v dolní čelisti. Pouze dva páry v horní čelisti se však dále vyvíjejí. Jeden pár tvoří kly (bývá vyvinut pouze jeden kel, druhý je zakrnělý), druhý je označován jako zbytkové zuby.

Kel narvala se vyskytuje pouze u samců a jde o **přeměněný levý špičák C¹**. Je spirálovitě stočený (obvykle proti směru hodinových ručiček) a vystupuje z přední části hlavy (nikoli z tlamy). Může dosahovat délky 2-3 metry. Objevuje se cca ve 2 letech stáří zvířete a roste poměrně rychle. U báze je zřídka širší než 6 cm v průměru.



Kel narvala má typickou spirálovitou strukturu (foto Pavla Říhová).

Samci obvykle mají vyrostlý kel na levé straně a zakrnělý nevystoupný kel na pravé straně. U samic bývají nevyrostlé a zakrnělé oba kly. Nevyrostlé kly zůstávají v čelisti (nevystupují mimo hlavu), nemají dřevnou dutinu a nejsou spirálovitě stočeny. Dosahují délky max. 16 cm, jsou rovné, s bulbózním koncem.

Anomálie

Poměrně běžně se vyskytují samci se zlomenými kly (vnitrodruhové boje nebo ulomení o led).

Mezi spíše ojedinělé jevy patří:

- samci, jimž vyrostly oba kly (pravý kel bývá kratší)
- samci zcela bez klů
- samice s klem či dvěma kly (2.7 % samic má kel, který však zřídka měří více než 1 metr, tyto samice často mívají vystouplé oba kly)
- kly s otevřenou spirálou nebo ne zcela rovné kly.

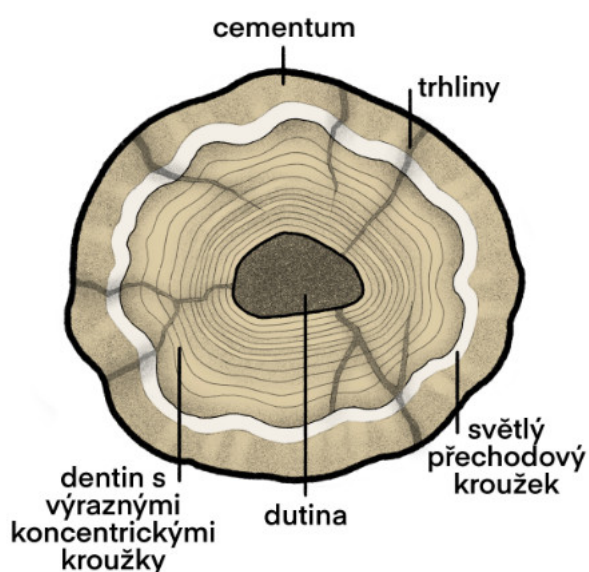
Anatomie klu

Pro narvalí kel je typická jeho spirálovitá morfologie. Spirála se stáčí proti směru hodinových ručiček. Na průřezu je kel kulatý se zářezy (trhlinami) po obvodu.

Dřeňová dutina zasahuje do celé délky klu. U mladých zvířat je kel tenký a dutina sahá téměř až do špičky. U starších zvířat se dutina postupně uzavírá a zužuje, jak se vrstva dentinu stává silnější (stará zvířata mají dutinu téměř zaniklou).



Dřeňová dutina se s věkem jedince postupně zmenšuje (foto Pavla Říhová).



Na špičce klu je v mladém věku sklovina, která se však s věkem obroušuje.

Vrstva cementa pokrývá celý kel a vykazuje podélné trhliny (na příčném řezu se jeví jako tmavé čáry směřující od povrchu směrem ke středu). Cementum má tmavší barvu než dentin a je lehce fibrózní (může v něm být náznak koncentrických linií). Od dentinu je odděleno výrazným světlým přechodovým proužkem.

V dentinu bývají koncentrické kroužky stejně jako u kosatek a vorvaňů, u narvalů jsou nepravidelné.

Řez klem narvala (kresba David Říha)



Příčný a podélný řez narvalím klem (foto Pavla Říhová)

Použití narvalích klů

Inuité po staletí využívali narvalí kly na výrobu špiček harpun či malých řezeb, hlavním důvodem lovu narvalů však bylo maso a vysoký obsah vitamínu C v jejich kůži.

VEvropě se narvalí kly objevily až ve středověku, kdy začali s Inuity obchodovat Holanďané a Skandinávci. Narvalí kel byl Evropany považován za roh bájného jednorožce a obyvatelé Grónska a Islandu tuto legendu záměrně udržovali. Reálný původ klů byl velmi utajován, přeprodávaly se přes obchodníky ve Skandinávii a jejich cena byla extrémně vysoká.

Narvalí kly kupovaly především královské rodiny, bohatá šlechta a církve. Mnoho katedrál a královských dvorů vlastnilo narvalí kly a financovalo další nákupní výpravy. Kly bývaly součástí královských insignií a korunovačních klenotů, neboť symbolizovaly moc, čistotu a božství. Často byly spojovány s Pannou Marií a vírou. Jednou z nejznámějších narvalích památek je dánský korunovační trůn krále Frederika III. ze 17. století, který je téměř celý vyroben z klů narvala (pocházely ze tří králem financovaných výprav do Grónska).

Lidé po staletí věřili, že roh jednorožce má silné afrodisiakální účinky a chrání proti jedům (víra v jednorožce se objevila už před 4000 lety a přetrvala přes starověk i antiku). Z klu se mlet prášek, který měl pozitivně působit na mužskou potenci, používal se proti hadímu uštknutí či jako detekce jedů. Kousky narvalích rohů se dávaly na jídelní stůl (proti otravám) nebo se nosily kolem krku jako přívěsek. Namletý prášek byl prodáván v lékárnách. Objevovalo se samozřejmě i mnoho falzifikátů. Teprve v polovině 18. stol. bylo akceptováno, že rohy pochází ve skutečnosti z mořského zvířete a fascinace jednorožcem postupně vymizela.



Narvalí kel v lékárně Českého farmaceutického muzea Hospitálu Kuks měří 220 cm, u báze má průměr 4,8 cm. O jeho původu není nic známo (foto Pavla Říhová).

Obchod s narvalími kly pokračuje i dnes. Největší poptávka je z Dánska. Použití klu jako řezbářského materiálu je limitováno kvůli jeho spirálovitému stočení. Kel nemůže být vyřezáván, jeho použití je spíše jako kuriozita, např. na vycházkové hole, případně se používá k vykládání předmětů (malé destičky). Rovněž zakrnělé nevystoupělé kly se dříve využívaly na výrobu holí na kriket a dýmek.

Lov narvalů je v současné době zakázán, kvůli tradici je však pod určitými kvótami povolen domorodým obyvatelům Arktidy. V některých oblastech jsou kromě kvót stanoveny i speciální podmínky lovu (např. pouze lov harpunou a z bezmotorových kajaků). Celkem je ročně odloveno cca 1000 narvalů, kvóty jsou však mnoha vědci považovány za příliš vysoké.

Regulace lovu a omezující opatření jsou často porušována vzhledem k přetrvávající vysoké ceně narvalích klů (cena může být až 10 000 USD za kel se zachovalou špičkou).



*Zabavené kousky narvalích klů v National Wildlife Forensic Laboratory, Ashland, USA
(foto Pavla Říhová)*

Vorvaň obrovský

Physeter macrocephalus

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
vorvaň obrovský <i>Physeter macrocephalus</i>	CITES I (Island, Japonsko, Norsko a Palau mají vznesenu výhradu*)	A

* Po dobu platnosti vznesené výhrady je členská země úmluvy CITES formálně považována za nesmluvní stranu, pokud jde o obchod s dotyčným druhem. Vzhledem k problémům, jež výhrady způsobují při implementaci, je doporučeno, aby země, které vznesly výhrady k zařazení druhu do přílohy I, s tímto druhem zacházely, jako by byl v příloze II.

Vorvaň obrovský je největší ozubený živočich na světě. Samci měří až 16 metrů a váží 45 tun, samice bývají o 40 % menší (do 11 metrů a 14 tun). Před selekcí způsobenou intenzivním lovem dorůstali vorvani větších velikostí (staří samci mohli vážit 60 i více tun). Největší doložený ulovený jedinec měřil 25,6 metru.

Vorvani žijí v teplých i studených mořích po celém světě, dožívají se cca 75 let. Druh vykazuje extrémně nízkou reprodukční rychlost. Současný hrubý odhad populace je kolem 400 000 jedinců.

Typická pro vorvaně je velká hranatá hlava, která u samců tvoří až třetinu délky těla. Spodní čelist je extrémně úzká, otevíratelná až do 90°.



Vorvaň obrovský *Physeter macrocephalus* (foto Tomáš Kotouč)

Vorvaní zuby

Chrup vorvaňů je homodontní (všechny zuby jsou morfologicky stejné) a monofyodontní (jedna sada zubů po celý život).

Zuby jsou vyvinuty především v dolní čelisti, v horní čelisti jsou rudimentární a prořezávají se zřídka. Vyskytovat se mohou i zcela bezzubí jedinci.



Část spodní čelisti vorvaňe se zubními jamkami (foto Pavla Říhová)

V dolní čelisti se nachází 18-26 párů velkých kuželovitých zubů, které zapadají do jamek v horní čelisti. Mají kónický tvar se špičkou mírně zahnutou dozadu, mohou dosáhnout délky až 25 cm a váhy až jeden kilogram (největší zaznamenaný vorvaní zub měřil 33 cm).

Zuby horní čelisti jsou menší (4-8 cm) a je jich méně (cca 11 párů), často se vůbec neprořezávají ven z dásně. Pokud ano, dochází k tomu až v dospělosti (při délce zvířete cca 9 m) a zuby mají vzhled malých hrbolků.

Vorvaní zuby bývají **na povrchu rýhované** (rýhy v podélném směru), obvykle se zřetelnou linií přechodu mezi korunkou (část zubu mimo dásně) a kořenem.



Vorvaní zuby mají rýhovaný povrch, přechodová linie mezi korunkou a kořenem bývá zřetelná (foto Pavla Říhová).

U mladých zvířat jsou zuby lehce trojúhelníkovitého tvaru, bývají širší u báze. U starších zvířat se báze zubů stahuje a zuby jsou ve spodní části užší než v těle (kolíkovitý tvar). Zuby mohou být u báze i zploštělé.



Zuby mladých jedinců (vlevo) bývají trojúhelníkovitého tvaru a u báze široké. U starších zvířat (vpravo) mají zuby zúženou bázi (foto Pavla Říhová).



Vorvaní zuby mohou být u báze také stranově zploštělé (foto Pavla Říhová).

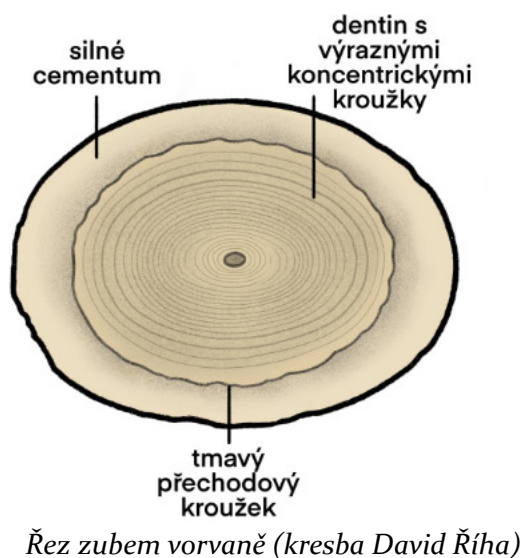
Na průřezu jsou vorvaní zuby kulaté až oválné. Mají hlubokou dřevnou dutinu, který se u starších zvířat zmenšuje.

Na špičce zubu je malá vrstva skloviny, která v dospělosti mizí. Zub je pokryt silnou vrstvou cementa (tloušťka 3-5 mm), která zub chrání. Cementum je mnohem tvrdší než dentin, na povrchu je výrazně rýhované (podélné hřebeny), uvnitř málo strukturované (přirůstkové linie nejsou příliš viditelné). Při zpracování zubů se neodstraňuje. Vrstva cementa končí před špičkou zubu, u starších jedinců pak na špičce může vystupovat tmavší dentin (tvoří jakousi **čepičku**).

Mezi cementem a dentinem je výrazný **tmavý přechodový kroužek**.

Dentin na příčném řezu vykazuje **zřetelné koncentrické linie**, které odpovídají věku zvířete (přirůstky dentinu). Tyto linie jsou typické pro všechny ozubené kytovce.

U některých zvířat se v dentinu objevují **globulární anomálie** (jakési perlové struktury). U vyřezávaných sošek s nepravidelným tvarem to může být matoucí a vést k záměně se sekundárním dentinem mrože.



Na příčném řezu je vidět silná vrstva cementa, tmavší přechodový kroužek a koncentrické linie v dentinu. Uprostřed je zbytek dřevné dutiny (foto Pavla Říhová).



Podélný řez zubem mladého vorvaně (trojúhelníkovitý tvar zubu, velká dřevná dutina). V dentinu je viditelná kuželovitá struktura, jak zub přirůstá vrstvu po vrstvě (tzv. kužel v kuželu). V příčném řezu tyto vrstvy vytváří koncentrické kroužky. Zub je pokryt světlejší vrstvou cementa oddělenou od dentinu tmavší přechodovou linií (foto Pavla Říhová).



Světlejší vrstva cementa končí kousek před špičkou zubu, na špičce pak bývá viditelný oranžově hnědý dentin (vypadá jako čepička na špičce zubu). Tato morfologie je typická pro vorvaně (foto Pavla Říhová).



U některých starších zvířat absence cementa na špičce zubu způsobuje kvůli rychlejšímu obroušování dentinu změny přirozeného tvaru zubu (foto Pavla Říhová).

Použití vorvaních zubů

Původní národy využívaly vorvaně po staletí. Inuité vorvaně aktivně loví pro maso, tuk a kosti. Z vorvaních zubů vyráběli špičky harpun, nástroje a malé figurky „**tupilaks**“ s duchovním a magickým významem.

V Tichomoří (Samoa, Tonga, Tahiti, Havaj, Markézy ad.) se z vorvaních zubů vyráběly především ceremoniální předměty a šperky. Na Havaji náhrdelníky „**lei niho palaoa**“ symbolizovaly status, moc a nejvyšší postavení, vorvaní zub byl v těchto náhrdelnících zavěšen na spirálovitě spletených lidských vlasech. V maorské kultuře nosily vysoce postavené osoby přívěsky „**rei niho**“ vyrobené ze zubů různých druhů zvířat včetně vorvaňů, které nositeli přinášely duchovní sílu.

Evropané vorvaně historicky považovali za mýtického leviatana (zmínky se objevují již v Bibli). Původní lov probíhal ručně pomocí harpun a z malých člunů. Technický pokrok v 19. století však umožnil mnohem intenzivnější zabíjení a rozvoj průmyslového velrybářství. Začaly být používány lodě s parním pohonem a harpunová děla s výbušninami. První komerční velrybářské společnosti vznikly v Norsku v roce 1876, v roce 1925 pak vyplula první velká tovární loď, která zpracovávala ulovené velryby přímo na moři. Průmyslové velrybářství kulminovalo v 60. letech 20. století. Statistiky uvádí zabití 2,8 miliónu kytovců mezi lety 1900-1985.

Vorvani patřili mezi velrybářské priority a jejich populace byly lovem silně zdecimovány. Byli loveni především pro spermacet (olejovitá látka v hlavě), který byl využíván pro výrobu svíček, mýdel, maziva do motorů, jako lampový olej atd. Vorvaní kosti, zuby, maso či ambra byly vedlejším produktem.

Z vorvaních zubů se vyráběly sošky, šperky, ozdoby, využívány byly i pro intarzie a vykládání předmětů.



Výrobky z vorvaních zubů, Hvalfangst-museet, Sandefjord, Norsko (foto Pavla Říhová)



Suvenýr z vorvaního zubu (foto Pavla Říhová)



Dřevěná soška hudebníka – obličej, ruce a nohy jsou ze slonoviny, buben je ze zubu vorvaně (foto Dominika Formanová).

V současné době je lov vorvaňů zakázán (moratorium na komerční lov velryb z roku 1986), nicméně Norsko a Japonsko tento zákaz nedodržují. Norsko má vznesenu výhradu, Japonsko vystoupilo z Mezinárodní velrybářské komise. Ročně je těmito zeměmi uloveno několik desítek až stovek jedinců.

Tradiční lov je dosud povolen u některých domorodých kultur, např. v Indonésii na ostrově Lembata (vesnice Lamalera), kde muži loví vorvaně z malých dřevěných člunů. Používají bambusové tyče s kovovou harpunou, harpunář často skáče na záda velryby spolu s harpunou.

Tradiční lov je povolen také inuitským obyvatelům Grónska a Aljašky.

Scrimshaw

Nejznámějšími předměty vyrobenými z vorvaních zubů jsou tzv. **scrimshaw**. Jedná se o **zuby s vyřezávanými motivy ze života na moři**. Scrimshaw ve volných chvílích ručně vyřezávali námořníci na velrybářských lodích, jako materiál používali zuby vorvaňů, kosatek, mroží kly, oblíbeným materiálem byla také kost z čelistí velryb. Nejpopulárnějším tématem byly obrázky lodí a lovu velryb, často se jednalo o dárky pro manželky a rodinu. Vrchol výroby scrimshaw byl v 19. století, kdy po mořích plulo až 700 velrybářských lodí, především v severním Atlantiku.

Scrimshaw obvykle zachovává původní tvar zubu, velikost bývá cca do 20 cm (u scrimshaw z vorvaních zubů).

Po vyjmutí z dásně se zuby opílovaly do hladka pemzou nebo dřevěným popelem, následně se leštily žraločí kůží a poté jemnou kůží. Zvolený vzor se na povrch kreslil volnou rukou nebo obkresloval z předlohy, případně byl kopírován propichováním přes šablonu, která se přidržovala nebo lepila na povrch zubu (některé obrázky díky tomu bývají obkresleny tečkami). Poté se obrázek řezal či vyškraboval námořnickou jehlou a finální řezba se zvýraznila černým inkoustem. Vyráběny byly i negativy, kdy se materiál nejprve natřel, poté se obrázek vyškraboval do černé plochy.



Scrimshaw z vorvaních zubů zabavené na letišti Heathrow a ze sbírky Natural History Museum v Londýně (foto Pavla Říhová)

Původní scrimshaw jsou sběratelsky velmi cenné a prodávají se za vysoké ceny. Objevuje se proto mnoho napodobenin, ať již z umělých materiálů, nebo i nově vyrývaných rytin do vorvaních zubů či mrožích klů. Viz dále Napodobeniny zubů kytovců.

Tabua

Jde o ceremoniální šperky se zubem vorvaně, které se používají na Fidži. Zub je pouze vyleštěný, nezdobený. Má vyvrtané otvory ve špičce a vbázi, k nim je připevněna pletená šňůra z kokosových vláken. Zub se někdy potírá kokosovým olejem a kurkumou, nebo se udí, aby ztmavl, může mít díky tomu až barvu tmavého tabáku.

Původním zdrojem zubů byli vorvani nalezení mrtví na fidžijských plážích (na Fidži neprobíhal tradiční lov). Zuby byly velmi cenné, protože v okolí Fidži se vorvani vyskytují poměrně vzácně. Později Fidžané začali se zuby aktivně obchodovat a vyměňovat je s jinými tichomořskými národy. Dnes používané zuby pochází z vorvaňů ulovených jinde v oceánu.

Kosatka dravá

Orcinus orca

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
kosatka dravá <i>Orcinus orca</i>	CITES II	A

Kosatka dravá je největším zástupcem čeledi delfinovitých. Samci dorůstají velikosti 6-8 metrů (rekordní jedinec měřil 9,8 m) a váhy 6 tun, samice 5-7 metrů a 4 tun. V přírodě se dožívají 50 let (samci méně), v zajetí maximálně polovinu.

Kosatky se vyskytují po celém světě, převážně v chladnějších vodách. Upřednostňují pobřežní oblasti. Reprodukce je nízká, samice mívají mládě každých 5 let. Odhady celosvětové populace jsou velmi hrubé, může jít o 50-100 000 jedinců.

Kosatky nikdy nebyly loveny ve velkém měřítku. Nejvíce je lovili Norové a Japonci, kteří ve 30.-80. letech ulovili několik desítek zvířat ročně. Šlo o lov pro maso i jako konkurenci rybářů, zuby nebyly cílovým produktem. Ani dnes nedochází k významnějšímu lovu. Několik jedinců ročně bývá uloveno v Japonsku, Grónsku a Indonésii.



Kosatka dravá Orcinus orca (foto Holger Wulschlaeger, Pexels)

Zuby kosatek

Chrup kosatek je homodontní (všechny zuby jsou morfologicky stejné) a monofyodontní (jedna sada zubů po celý život). Zuby rostou v horní i dolní čelisti po 10-14 párech. Mají kolíkovitý tvar se špičkou mírně zahnutou dozadu. Několik předních zubů je nakloněno dopředu.

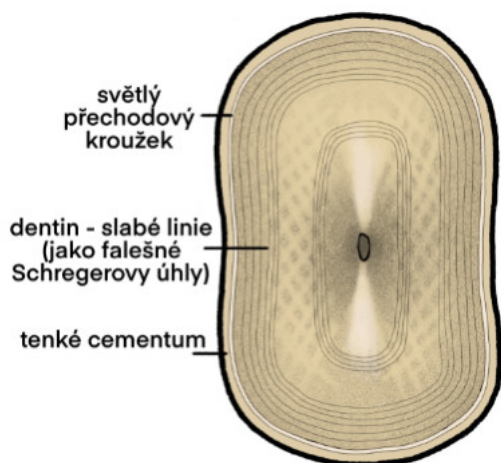


Jsou menší než zuby vorvaňů, dosahují max. 12 cm (velikostně by byla záměna možná s menšími vorvaními samičkami). Tvar na průřezu je kulatý, ale zuby mohou být z boku **zploštělé**, takže průřez může být až **obdélníkový**. Na vnější straně může být několik hran (ze skloviny). Směrem k bázi se zužují (jakoby uzavírají).

Zuby kosatek jsou z boku zploštělé, mohou mít na průřezu až obdélníkový tvar (foto Pavla Říhová).



Směrem k bázi se zuby kosatky zužují, povrch není tak rýhovaný jako u vorvaňe (foto Pavla Říhová).



Řez zubem kosatky (kresba David Říha)

Sklovina se nachází na špičce zubu, někdy bývá i na jeho vnějším okraji. Jejím obrušováním (třením spodních zubů o horní) mohou vznikat po stranách zubů hrany a zuby se ostří.

Zuby kosatek mají **slabou vrstvu cementa** (1-2 mm), která dosahuje až na špičku zubu. Na špičce tedy není žádný viditelný kroužek končícího cementa a „čepička“ dentinu (jako je tomu u vorvaních zubů).

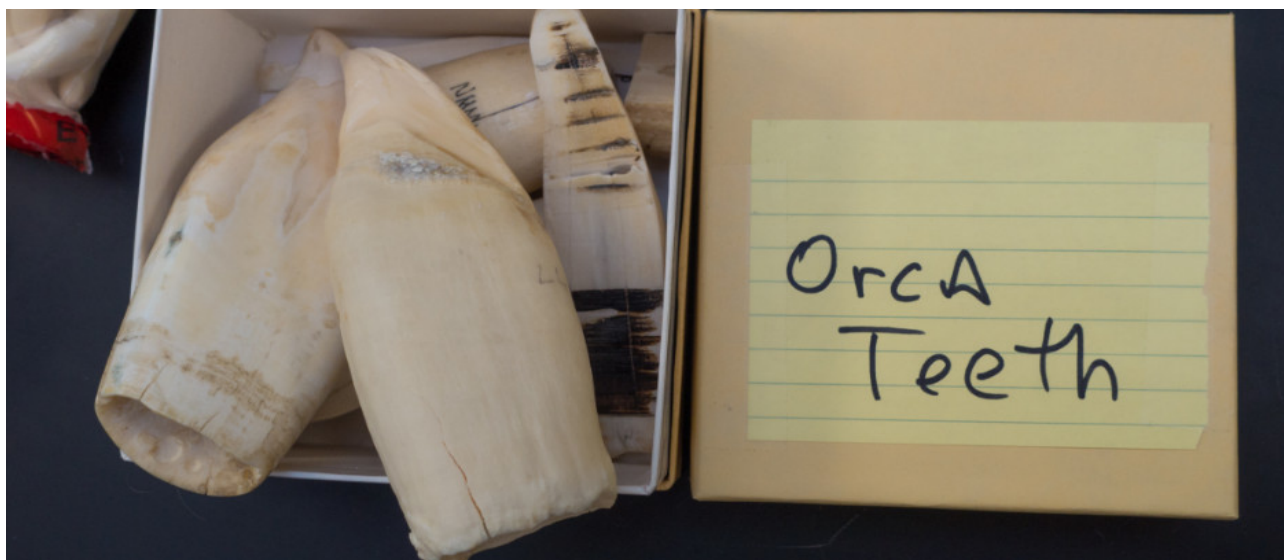
Cementum je od dentinu odděleno **světlým přechodovým proužkem**.

V dentinu se nachází **jemné koncentrické linie**, které jsou však **méně zřetelné než u vorvaňe**. Někdy se v dentinu mohou objevovat náznaky slabých příčných linií (jakoby falešné Schregerovy úhly).

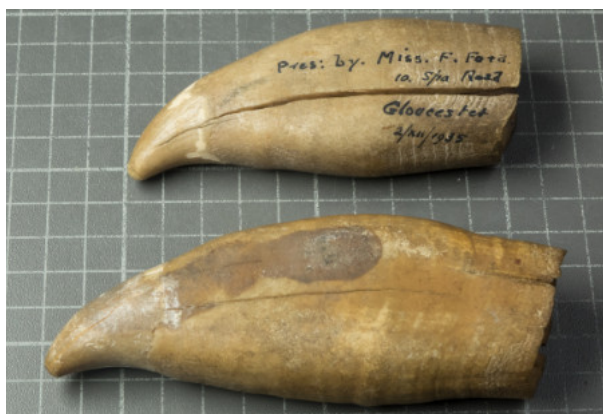
V dentinu kosatek se také častěji objevují **globulární anomálie** (perlové struktury).

Použití zubů kosatek

Zuby kosatek jsou příliš malé, aby sloužily jako významnější zdroj řezbářského materiálu. Je na nich také více skloviny a opracovávají se hůře než zuby vorvaňe. Využívají se spíše na přívěsky, malé předměty (např. netsuke - japonské ornamentální knoflíky a přezky) nebo rytiny scrimshaw. Při zpracování se neodstraňuje cementum.



Zuby kosatek ve sbírkách National Wildlife Forensic Laboratory, Ashland, USA (foto Pavla Říhová)



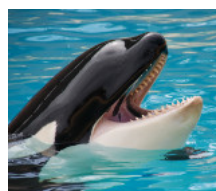
Zuby kosatek ve sbírce Natural History Museum, Londýn (foto Pavla Říhová)

Porovnání zubů vorvaně a kosatky



vorvaň

- průřez kulatý až ovál
- na povrchu výrazné rýhy /podélné hřebeny
- zuby velké (do 25 cm)
- silné cementum 3-5 mm
- cementum nedosahuje až na špičku zubu (dentin vystupuje na povrch jako „čepička“)
- u báze zub široký (mladá zvířata) nebo zúžený (starší zvířata), někdy báze zploštělá
- přechodový proužek tmavý
- dentin krémový do olivova
- perlové struktury vzácnější



kosatka

- průřez ovál až obdélník (zuby zboku zploštělé)
- povrch hladký se slabými hřebeny
- zuby menší, do 12 cm (velká kosatka může mít zuby velké jako malý vorvaň)
- slabé cementum 1-2 mm
- cementum dosahuje až na špičku zubu (žádná „čepička“)
- u báze zub zúžený (uzavřený)
- přechodový proužek světlý
- dentin krémový do oranžova, hněda
- perlové struktury běžné
- v dentinu mohou být slabé náznaky mřížky (jakoby Schregerovy úhly)

Další kytovci

Velmi sporadicky se v Evropě objevují dovozy zubů dalších druhů ozubených kytovců. Dle analýzy obchodu v EU (viz kapitola Obchod se zuby) byly několikrát dováženy zuby **běluhy severní** (*Delphinapterus leucas*), druhu zařazeného do přílohy CITES II/B. Jedná se však spíše o ojedinělou sběratelskou záležitost, exempláře k vědeckému zkoumání či muzejním účelům.



Lebka a zuby běluhy severní dovezené do ČR (foto Dominika Formanová)

Zuby menších druhů ozubených kytovců mohou být v některých oblastech příležitostně používány místními obyvateli k dekoracím účelům, obvykle toto využití souvisí tradičním lovem. Např. obyvatelé některých Šalamounových ostrovů tradičně loví delfíny (lov „oto asi kirio“) a při slavnostních příležitostech nosí náhrdelníky z delfiních zubů.



Ženy na svatbě na ostrově Fanalei s náhrdelníky z delfiních zubů (foto Lincoln O'Barry, Dolphin Project)

Napodobeniny zubů kytovců

Na trhu se objevuje mnoho napodobenin a padělků vorvaních i kosatčích zubů. Zvláště co se týče scrimshaw, které mají vysokou sběratelskou cenu, množství padělků na trhu značně převyšuje počet pravých starých výrobků. Napodobeniny mohou být vyrobeny z umělých i přírodních materiálů.

Levné napodobeniny jsou vyráběny z plastu, kvalitnější pak ze syntetických polyesterových pryskyřic. Jejich výroba započala v 70. letech (po zákazu lovu velryb, kdy ustala výroba pravých scrimshaw). Původními výrobci byly firmy Juratone a Grooveport z Velké Británie, které mnoho svých výrobků označovaly jako "fakeshaw". Dnes je nejvíce napodobenin produkováno v Číně. Nově se objevují i napodobeniny vyrobené pomocí 3D tisku.



Falešné vorvaní zuby, National Wildlife Forensic Laboratory, Ashland, USA (foto Pavla Říhová)

Některé napodobeniny mohou být velmi kvalitní, při bližším prozkoumání je však obvykle možné je rozeznat. Předmět je zapotřebí detailně prohlédnout a zaměřit se na přítomnost či nepřítomnost typických morfologických znaků, případné vady materiálu, bublinky vodlících apod. Lze využít světelnou lupu a mírné zvětšení (10x).

Pravé zuby (vorvaň, kosatka)	Napodobeniny
okraj zubu je ostrý, tenký, může vykazovat trhliny	okraj zubu je zaoblený, hladký, bez trhlín
dřeňová dutina má přirozený tvar (jde do špičky) a je hluboká	dřeňová dutina je mělká a zaoblená (nebo zcela chybí)
zub je nažloutlý, má dobře znatelnou linii oddělující korunku od kořene	patina může být simulována máčením v barvě, mohou se vyskytovat nepřírodní jevy, např. světlá dutina, barvu lze seškrábnout apod.
vorvaní zuby jsou rýhované, zuby kosatky hladké	odlitky mají vady a nepravidelnosti (nerovnosti, bublinky v materiálu)
na špičce vorvaního zubu bývá „čepička“ (chybějící cementum, prostupující tmavší dentin)	neodpovídající váha – plast je velmi lehký, do resinu se kvůli váze přidávají plnidla (sám o sobě je také lehčí než zubovina), někdy je jich přidáno příliš a napodobeniny jsou příliš těžké
na řezu viditelné koncentrické kroužky v dentinu vzniklé během růstu (postupné přibývání vrstev), tato morfologie je charakteristická pro zuby kytovců a nejde uměle napodobit	na řezu nejsou patrné koncentrické kroužky
scrimshaw velmi málo starých scrimshaw obsahuje text či dataci, rytina je provedena ostrým hrotem, či čepelí (nepravidelná hloubka rytí), mohou být kolem drobné rýhy	data, lokality, jména lodí či lidí jsou na napodobeninách (a moderních scrimshaw) běžné, odlitky mají kresbu jen na povrchu, nebo má rytina uniformní hloubku

Umělé materiály mají rovněž **charakteristický zápach**. Zubní materiál a kost jsou cítit jinak než plast, zejména pokud se čerstvě uvolní těkavé látky obsažené v matrici. Pokud je to možné, lze provést malé seškrábnutí předmětu pilníkem nebo čepelí nože a přičichnout. Plasty na bázi styrenu jsou cítit velmi odlišně od živočišných materiálů, materiály na bázi pryskyřic jsou cítit jen málo. Další možností je použití horkého špendlíku, který z plastu uvolní charakteristický zápach. Existují také **chemické testy** k identifikaci použitých plastů a pryskyřic, příp. lze využít spektrometrické metody, viz kapitola Jak identifikovat slonovinu.

Objevují se i napodobeniny z přírodních materiálů: mamutoviny, kosti, paroží, rostlinné slonoviny (ořech tagua, ořech corozo), případně bývají nové rytiny vyryty do starých vorvaních zubů pocházejících ze sbírek. Z kosti může být předmět slepen ze dvou polovin k sobě, aby byla napodobena dutina cavie. Zaznamenáno bylo i použití hroších zubů k napodobení zubů vorvaně (dutina byla více přibroušena, aby odpovídala tvaru vorvaně, váha předmětu odpovídala).

SUDOKOPYTNÍCI • ARTIODACTYLA

Druhy svýraznými kly, které jsou předmětem obchodu a jsou využívány jako řezbářský materiál, lze nalézt i v čeledích hrochovití (Hippopotamidae) a prasatovití (Suidae).

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
hroch obojživelný <i>Hippopotamus amphibius</i>	CITES II	B
prase bradavičnaté <i>Phacochoerus aethiopicus</i>	nechráněný druh	nechráněný druh
prase savanové <i>Phacochoerus africanus</i>	nechráněný druh	nechráněný druh
prase divoké <i>Sus scrofa</i>	nechráněný druh	nechráněný druh
prase pralesní <i>Hylochoerus meinertzhageni</i>	nechráněný druh	nechráněný druh
štetkoun šedý <i>Potamochoerus larvatus</i>	nechráněný druh	nechráněný druh
babirusa celebeská <i>Babirusa babirusa</i>	CITES I	A



Hroch obojživelný *Hippopotamus amphibius* (foto Brigitte Werner, Pixabay)

Hroch obojživelný

Hippopotamus amphibius

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
hroch obojživelný <i>Hippopotamus amphibius</i>	CITES II	B

Hroch obojživelný je největší žijící sudokopytník. Samci mohou vážit až 3 tuny. Hroši se vyskytují v Africe na jih od Sahary, dožívají se 40-50 let. Populace je odhadována na 125-150 000 jedinců, což je 30% úbytek početnosti od roku 1994.

Hroší špičáky jsou přeměněny v mohutné kly, které se často využívají jako materiál pro řezby. Tlamu mohou hroši rozevřít téměř na 180°. Špičáky měří až 70 cm a mohou vážit několik kg (větší jsou dolní špičáky). Zdánlivě vyčnívá pouze část zubu, 2/3 jsou skryty v kosti. Nejdelší zaznamenané hroší kly měřily 163 cm (šlo o samce z Konga). Delší a robustnější kly mívají samci, kteří je využívají jako zbraň při vnitrodruhových soubojích.

Druhý druh čeledi hrochovití - **hrošík liberijský** (*Choeropsis liberiensis*) ze západní Afriky - má relativně malé zuby, které se ke zpracování nepoužívají.



Hroch obojživelný v národním parku Queen Elizabeth, Jižní Afrika (foto Jiří Šafář)

Hroší zuby

Zubní vzorec hrocha je $\frac{2 \ 13-4 \ 3}{1-2 \ 13-4 \ 3}$

Celkem 36-40 zubů

Premoláry a moláry jsou čtverhranné snížkou korunkou, ke zpracování se nepoužívají.

K řezbářským účelům bývají používány **zvětšené řezáky a špičáky**, které dorůstají po celý život. Horní a dolní špičáky se při otvírání tlamy třou vzájemně o sebe, čímž se obrušují a ostří.



Hroši mají celkem 36-40 zubů (foto Dalia Nava, Pexels).

Hroší zuby jsou kryty vrstvou skloviny, která bývá při zpracování do řezeb odstraňována. **Sklovina** na špičácích je v podélných pruzích, její tloušťka může být 1-2 mm. Sklovina hrochů zachovává barvu a odolává změnám pigmentace, proto hroší zuby na rozdíl od slonoviny nežloutnou (dříve se proto používaly kvýrobě zubních protéz).

Hroší **dentin** je velmi hustý s typickými jemnými a hustě nahloučenými koncentrickými liniemi.



Horní a dolní špičáky se třením o sebe obrušují (foto Dominika Formanová).

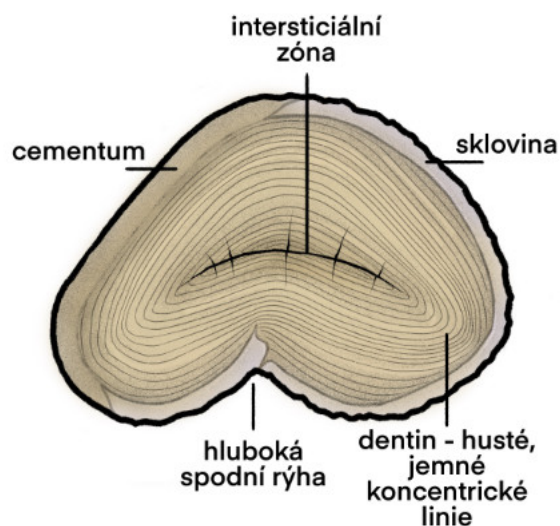
Horní špičáky

Jsou **mírně zakřivené** a menší než dolní špičáky. Na průřezu mají zaoblený **srdcovitý tvar** (hluboká rýha ve spodní části zubu), povrch zubu je vroubkovaný.

Sklovina je světlá a **vpruzích** (ne po celém povrchu). Přední strana, kde se horní špičáky třou o dolní, je bez skloviny.

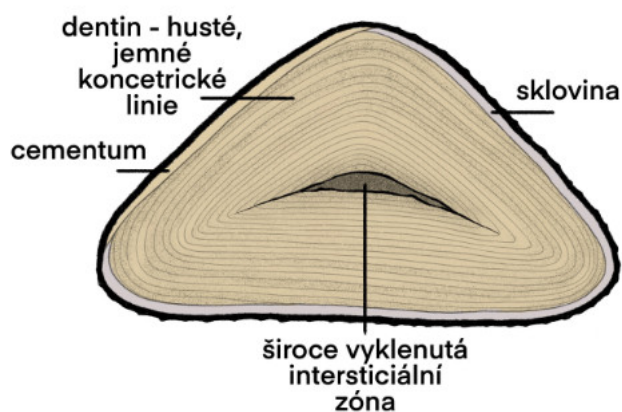
V dentinu jsou patrné **husté jemné koncentrické linie** (lépe viditelné při 10x zvětšení).

Uprostřed zubu se nachází tzv. **intersticiální (vmezeřená) zóna**, která je výrazná a zakřivená, na řezu vypadá jako tmavá čárka. Pokud je zub rozříznut podélně, může intersticiální zóna za určitých okolností vypadat jako dvě oddělené tmavé linky.



Řez horním špičákem hrocha
(kresba David Říha)

Spodní špičáky



Řez dolním špičákem hrocha (kresba David Říha)

Jsou **silně zakřivené** a masivní (vyřezané předměty lze často rozeznat podle silně zakřiveného, téměř až kruhového tvaru). Jde o hlavní zdroj materiálu pro řezby. Nejdelší zaznamenané spodní špičáky hrocha měřily 163 cm. Na průřezu mají **trojúhelníkovitý tvar**. Povrch je výrazně vroubkovaný.

Sklovina je světlá a **pokrývá dvě vnější plochy**, vnitřní strana je bez skloviny a obrušuje se, jak se dolní špičáky třou o horní.

Cementum tvoří velmi tenkou vrstvu, mezi cementem a dentinem je jasná linie.

V dentinu jsou **hustě uspořádané jemné koncentrické linie**.

Intersticiální zóna je **široce vyklenutá**. Obdobně jako u horních špičáků, pokud je zub rozříznut podélně, může za určitých okolností být intersticiální zóna díky svému zakřivení viditelná jako dvě oddělené tmavé linky.

Řezáky

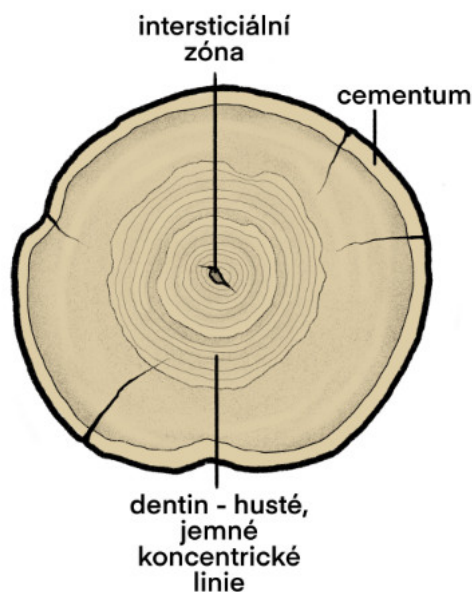
Jsou **kolíkovité**, v tlamě míří šikmo dopředu. Spodní řezáky bývají rovné, horní mohou být mírně zahnuté.

Na průřezu mají **kulatý tvar** (průměr až cca 6 cm). Povrch je méně vroubkovaný než u špičáků.

Dolní střední řezáky bývají bez skloviny, ostatní řezáky mohou mít menší množství skloviny vpruzích.

Vrstva cementa je tenká. V dentinu jsou **hustě uspořádané koncentrické linie**, patrné jsou spíše ve středu zubu.

Intersticiální zóna je **maličká**, patrná jen jako černá tečka ve středu zubu.



Řez řezákem hrocha (kresba David Říha)



Dolní špičáky hrocha mají výrazně vroubkovaný povrch a na průřezu trojúhelníkový tvar (foto Pavla Říhová).



Opracované dolní špičáky (odstraněná sklovina) - trojúhelníkový tvar, vyklenutá intersticiální zóna (foto Zdeněk Novák).



Horní špičáky mají na průřezu srdcovitý tvar a vyklenutou intersticiální zónu (foto Zdeněk Novák).



Řezáky hrocha mají kolíkovitý tvar a jsou rovné (foto Pavla Říhová).

Použití hroších zubů

Různými africkými komunitami byly hroší zuby využívány k výrobě nástrojů, ozdob nebo zbraní. Staří Egypťané hrochy uctívali a jejich zuby zpracovávali do podoby mnoha předmětů podobně jako slonovinu (hlavním zdrojem materiálu pro řezby byl ve starém Egyptě hroch, nikoli slon).

Komerčně se hroší zuby využívají až v posledních 200 letech, a to především jako náhražka slonoviny v souvislosti s jejím nedostatkem a vysokou cenou. V Evropě byly hroší zuby používány k výrobě klavírních kláves, ozdobných předmětů, sošek apod.



Výrobky z hroších dolních špičáků ze sbírky National Wildlife Forensic Laboratory, Ashland, USA
(foto Pavla Říhová)

Materiál hroších zubů je bělejší než jiné typy slonoviny, nežloutne, je rezistentní kobarvení a pigmentaci, hustší a více homogenní. Vzhledem k těmto vlastnostem se z hroších zubů vyráběly také zubní protézy (zájem ustal s vývojem nových umělých materiálů).

Po zákazu mezinárodního obchodu se slonovinou v roce 1989 velmi vzrostl obchod se zuby hrochů (530% nárůst exportu hroších zubů z Afriky v prvních dvou letech od zákazu). Ilegální trh s hrošími zuby je i nadále lokálně na vzestupu v souvislosti s uzavíráním vnitrostátních trhů se slonovinou. Velmi populární jsou hroší zuby pro výrobu netsuke a okimono sošek v Japonsku a k produkci řezb v Číně.



Hodiny s dekorací z hroších špičáků zabavené v ČR v roce 2016. Vyřezané předměty ze spodních špičáků lze často poznat podle silně zakřiveného tvaru, předměty z horních špičáků a řezáků bývají tvarově méně výrazné (foto Pavla Říhová).

Prasatovití

Suidae

Jako řezbářský materiál či trofeje jsou nejčastěji využívány zuby prasat bradavičnatých, savanových a divokých, tyto druhy nejsou chráněny úmluvou CITES. Jediným druhem prasete, které má velké zuby, a je chráněné úmluvou CITES, je vzácná babirusa celebeská. Chráněny jsou i pekariové z čeledi Tayassuidae (viz kapitola Další druhy).

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
prase bradavičnaté <i>Phacochoerus aethiopicus</i>	nechráněný druh	nechráněný druh
prase savanové <i>Phacochoerus africanus</i>	nechráněný druh	nechráněný druh
prase divoké <i>Sus scrofa</i>	nechráněný druh	nechráněný druh
prase pralesní <i>Hylochoerus meinertzhageni</i>	nechráněný druh	nechráněný druh
štetkoun šedý <i>Potamochoerus larvatus</i>	nechráněný druh	nechráněný druh
štetkoun africký <i>Potamochoerus porcus</i>	nechráněný druh	nechráněný druh
babirusa celebeská <i>Babirusa babirusa</i>	CITES I	A



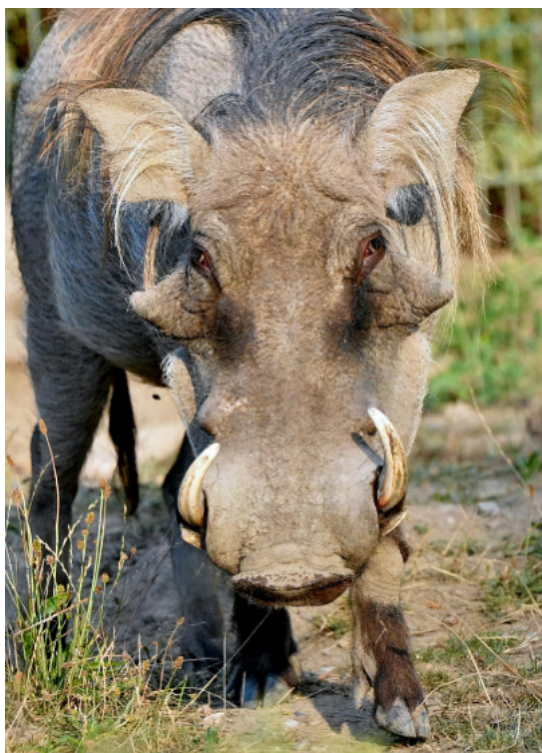
Prasata savanová v národním parku Pilanesberg, Jižní Afrika (foto Pavla Říhová)

Zuby prasat

Prasata mají obecně 44 zubů (některé druhy méně).

Zubní vzorec je $\frac{3\ 1\ 4\ 3}{3\ 1\ 4\ 3}$

Využívají se jejich **špičáky**, které se vyvíjí v kly rostoucí ven z tlamy směrem vzhůru. Samice mívají špičáky menší než samci a rostou jim pomaleji. Většina prasat má spodní špičáky na průřezu **trojúhelníkovité**, zatímco horní **oválné s bočními rýhami**.



Špičáky prasat jsou typicky silně zakřivené. Na fotografii prase bradavičnaté (foto Jiří Mikoláš, Pexels).

Prase bradavičnaté • *Phacochoerus aethiopicus* a prase savanové • *Phacochoerus africanus*

Tyto africké druhy mají méně zubů než ostatní prasata.

Zubní vzorec je $\frac{1\ 1\ 2\ 3}{2-3\ 1\ 1\ 3}$

Celkem 28-30 zubů.

Mají nejrobustnější špičáky z celé čeledi prasatovitých, je s nimi proto obchodováno nejčastěji.

Velké kly jsou silně **zakřivené horní špičáky**, které rostou široce do stran a stáčí se nahoru a dozadu. U samců dosahují délky až 60 cm a u samic do 25 cm. Horní špičáky mají na průřezu **obdélníkový tvar**, s hlubokými podélnými rýhami po stranách (vytváří na průřezu tvar osmičky). Vepředu mívají opotřebovanou plochu od kontaktu s dolním špičákem.



Prase bradavičnaté – lebka s horními a dolními špičáky (foto Dominika Formanová)

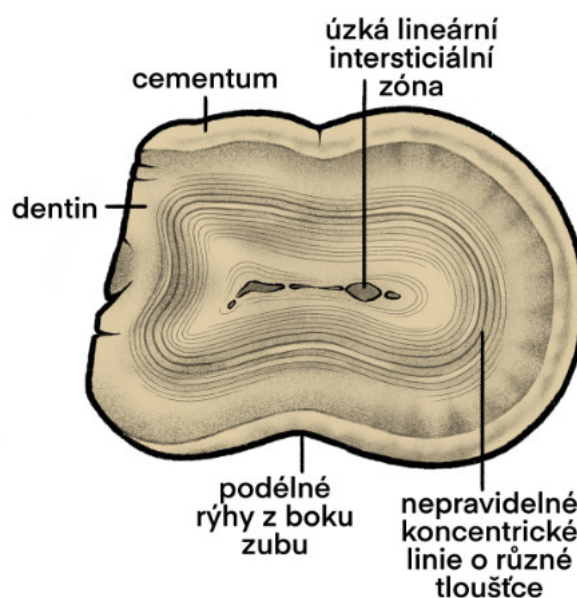


Prase bradavičnaté – horní špičáky (foto Pavla Říhová, Dominika Formanová)

Horní špičáky mají čepičku ze skloviny, která svěkem mizí, zbytek zubu je kryt vrstvou cementa. V dentinu se nachází jemné **nepravidelné koncentrické linie** o různé tloušťce. Intersticiální zóna je úzká a lineární (může být vytvořena perlová struktura mírně podobná sekundárnímu dentinu mrože).



Řez horním špičákem prasete bradavičnatého (foto Pavla Říhová, kresba David Říha)



Druhý pár klů tvoří **spodní špičáky**, které jsou užší a kratší (velikostně poloviční oproti horním, cca 20 cm). Obrušují se o horní špičáky a bývají velmi ostré. Od horních se liší tvarem i morfologií. Dolní špičáky jsou na průřezu spíše **trojúhelníkovité**, mohou být duté v celé délce. V dentinu nejsou viditelné koncentrické linie. Sklovina tvoří podélné proužky na dvou stranách zubu, třetí stranu pokrývá cementum.

Dolní špičáky jsou na průřezu trojúhelníkovité (foto Zdeněk Novák).

Prase pralesní • *Hylochoerus meinertzhageni*

Podobnou morfologii mají kly afrického prasete pralesního. Jde o největší druh prasete, kly však mívá výrazně menší než prase bradavičnaté. Zaznamenaná rekordní délka horních špičáků byla 35,9 cm. V horních špičácích pralesních prasat často bývá místo intersticiální zóny perlová struktura.



Prase pralesní v NP Queen Elizabeth, Jižní Afrika
(foto Jiří Šafář)



Lebka prasete pralesního (foto Zdeněk Novák)



Horní špičák prasete pralesního (foto Zdeněk Novák)

Prase divoké • *Sus scrofa*

Prase divoké se vyskytuje v Evropě, Asii, severní Africe, v 16. století bylo introdukováno do Ameriky a později i do jiných částí světa, kde se jedná o nebezpečný invazní druh.

Zubní vzorec je $\frac{3\ 1\ 4\ 3}{3\ 1\ 4\ 3}$

Celkem 44 zubů.

Samci mají špičáky přetvořeny ve velké kly, které rostou ven z tlamy a točí se vzhůru (všechny 4 špičáky mají ostré špičky). U samic jsou špičáky menší, nevýrazné, méně zakřivené.



Prase divoké Sus scrofa (foto Ambquinn, Pixabay)



*Lebka prasete divokého
(foto Dominika Formanová)*

Spodní špičáky bývají větší než horní, u samců mohou být až 25 cm dlouhé (rekordní záznam 35 cm). Na průřezu jsou **trojúhelníkové**. Zakřivení může vytvářet až téměř kruh. V dentinu se nachází slabé nepravidelné koncentrické linie (nejsou příliš viditelné), dvě strany zubu pokrývá sklovina (vrstva cca 0,5 mm), třetí pokrývá cementum.

Horní kly jsou menší, na průřezu **oválné**. Zakřivení je do elipsy. Dřeňová dutina zasahuje poměrně daleko, někdy až do 2/3 zubu. Povrch zubu je pokryt silnou vrstvou cementa.

Pokud prase ztratí horní špičáky, spodní začnou růst do plného uzavřeného kruhu. Takové kly jsou velmi ceněné (někdy se kvůli tomu v chovu speciálně horní kly odstraňují; trvá cca 8 let, než kel doroste do kruhu).



*Dolní špičáky prasete divokého jsou na průřezu trojúhelníkovité, horní špičáky oválné s bočními rýhami
(foto Dominika Formanová).*

Babirusa celebeská • *Babirusa babirusa*

Babirusa je jediný druh prasete, s jehož zuby je příležitostně obchodováno a který je zároveň chráněn úmluvou CITES. Vyskytuje se na indonéských ostrovech (Sulawesi, Sula, Buru, Mangole, Taliabu, Lembah, Butom, Muna).

Babirusa má menší počet zubů než většina prasat.

Zubní vzorec je $\frac{2\ 1\ 2\ 3}{3\ 1\ 2\ 3}$

Celkem 34 zubů.



Babirusa celebeská, ZOO Budapešť (foto Jiří Šafář)



Horní špičáky babirusy prorůstají lebkou vzhůru a stáčí se do kruhu (foto Dominika Formanová).

Špičáky tvoří **dva páry dlouhých klů**, které vytváří až téměř kruh.

Horní špičáky prorůstají skrz čenich (přes kost horní čelisti) vzhůru a stáčí se dozadu. Měří cca 30 cm, rekordní délka byla 43 cm. Dolní špičáky jsou menší (rekordní délka 34 cm), točí se podél hlavy.

Špičáky babirusy jsou na průřezu téměř kulaté a mají dlouhou dřevitou dutinu (duté ve většině délky). Nemají sklovinu, povrch je pokryt tenkou vrstvou cementa, které je podélně rýhované.

V dentinu se nachází nepravidelné jemné koncentrické linie. Tam, kde dentin vyplnil dřevitou dutinu, je ve středu zubu tmavá linka.



Špičáky babirusy jsou na průřezu kulaté, povrch je mírně rýhovaný (foto Pavla Říhová).

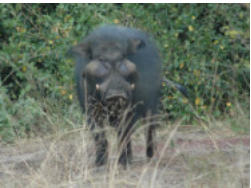
Štětkoun šedý • *Potamochoerus larvatus* a štětkoun africký • *Potamochoerus porcus*

Štětkouni jsou africké druhy prasat, jejichž špičáky jsou menší než u prasete bradavičnatého a savanového. Dosahují délky cca 7 cm.



Štětkoun africký *Potamochoerus porcus* lebka a dolní čelist (foto Dominika Formanová)

Porovnání morfologie špičáků prasat

				
Phacochoerus	Potamochoerus	Hylochoerus	Babyrousa	Sus scrofa
prase bradavičnaté	štětkoun	prase pralesní	babirusa	prase divoké
• větší horní špičáky • horní až 60 cm, průřez obdélník (osmička), jemné koncentrické linie • dolní špičáky 20 cm, trojúhelníkový průřez	• větší dolní špičáky • dolní délka do 7 cm, trojhranný průřez • horní délka 1-2 cm	• větší horní špičáky • horní do 30 cm, průřez tvar osmičky • dolní průřez trojúhelník	• dlouhé špičáky stočené do kruhu • oválný průřez • rýhovaný povrch • horní mírně delší než dolní (až 40 cm) • CITES I/A	• větší dolní špičáky • dolní až 35 cm, trojhranný průřez • horní do 20 cm, průřez obdélník s rýhami

Použití zubů prasat

Zuby prasat se po celém světě využívaly a využívají jako ozdoby, příp. jako materiál pro výrobu dekorativních a užitkových předmětů.

V Africe se zuby prasat bradavičnatých a savanových používají jako materiál pro řezby. Tloušťka klů řezby do určité míry limituje, většinou jsou proto zuby používány celé a zachovávají svůj tvar (povrch je vyřezán, zdoben kresbami či rytinami). V současné době se často jedná o suvenýry prodávané turistům.



*Zdobené kly prasat savanových, National Wildlife Forensic Laboratory, Ashland, USA
(foto Pavla Říhová)*

V Tichomoří se z prasečích špičáků vyrábí šperky, amulety, náprsníky a čelenky používané k dekorativním a ceremoniálním účelům. Kruhové špičáky prasat divokých si dávají jako ozdoby do nosu válečníci a šamané.

Ostrovní stát Vanuatu má na státní vlajce kruhovitý kel prasete jako symbol prosperity. V Japonsku se zuby prasat používají na výrobu knoflíků a spon netsuke (jako alternativa slonoviny).



Válečník na Papui s ozdobami z klů prasat divokých (foto Nurul Ichlasiah, CC BY-SA 4.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>, via Wikimedia Commons)



Zdobená lebka babirusy, National Wildlife Forensic Laboratory, Ashland, USA (foto Pavla Říhová)

Co se týče babirusy, obchodují se spíše celé lebky, nikoli samotné zuby. V Indonésii se z nich vyrábí např. ceremoniální masky.

V Evropě jsou kly praset divokých typickými mysliveckými trofejemi. Používají se jako dekorace, lovecké doplňky, součást šperků či suvenýry.



Spodní špičák prasete divokého (vylito pryskyřicí) (foto Pavla Říhová)



Myslivecké ozdoby z prasečích klů, ČR (foto Pavla Říhová)

SIRÉNY • SIRENIA

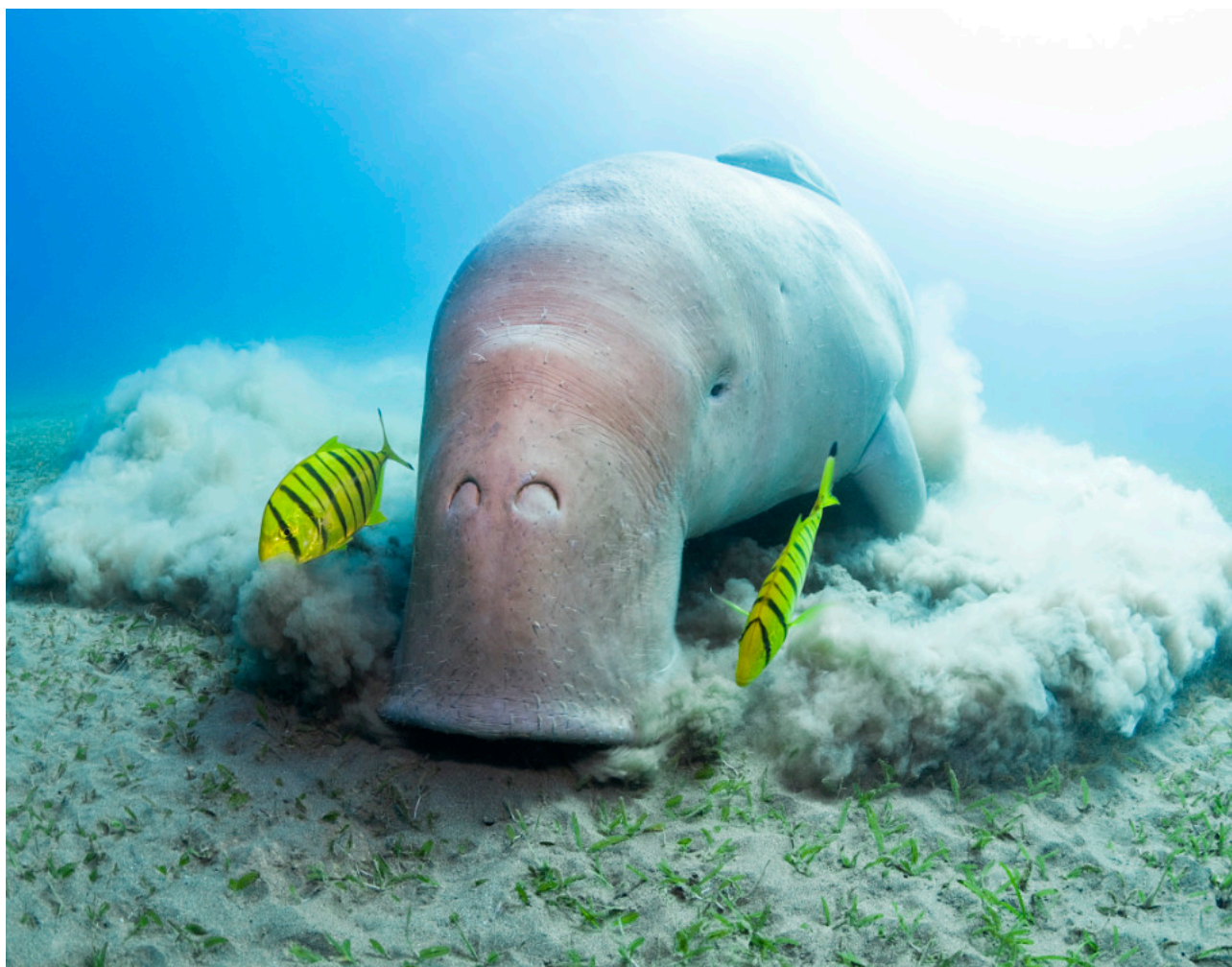
Sirény jsou mořští býložraví savci. Řád Sirenia zahrnuje 2 čeledi:

- **dugongovití • Dugongidae**
- **kapustňákovití • Trichechidae**

Pouze u jediného druhu dugong indický se vyskytují zuby přeměněné v kly.

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
dugong indický <i>Dugong dugon</i>	CITES I (Palau má vznesenu výhradu*)	A

* Po dobu platnosti vznesené výhrady je členská země úmluvy CITES formálně považována za nesmluvní stranu, pokud jde o obchod s dotyčným druhem. Vzhledem k problémům, jež výhrady způsobují při implementaci, je doporučeno, aby země, které vznesly výhrady k zařazení druhu do přílohy I, s tímto druhem zacházely, jako by byl v příloze II.



Dugong indický, Dugong dugon, Egypt (foto Václav Krpelík)

Dugong indický

Dugong dugon

Dugong se vyskytuje v mělkých pobřežních vodách tropických oblastí Indického a Tichého oceánu. Dosahuje délky kolem 3 metrů, dožívá se 40-50 let.

Jde o ohrožený druh, přesný odhad populace není znám. Výskyt je fragmentovaný, v některých oblastech již dugongové vyhynuli, zbylé populace jsou vzájemně izolované. Úbytek dugongů je způsoben především nadměrným lovem, zánikem vhodných pastvin a úhyny v rybářských sítích. Domorodé pobřežní komunity lovily dugongy po tisíce let. V Austrálii je lov povolen místním domorodým obyvatelům pro jejich potřebu (Native Title Act 1993), maso ani kly nesmí být prodávány.



Dugong indický (foto Václav Krpelík)

Zuby dugongů

Zubní vzorec dugongů je

Celkem 26 zubů.

1	0	3	3
0	0	3	3

Dolní řezáky, 1. horní řezáky a špičáky jsou zakrnělé.

Horní řezáky I² jsou přeměněny na **malé kly**. Rostou samcům i samicím, ale z dásně se prořezávají pouze u samců po pubertě, ve věku cca 12 let. Vzhledem k malé velikosti nevyčnívají ze zavřené tlamy (dosahují velikosti max. 2 cm nad dásně). Výjimečně mohou být prořezány i u samic, jde pak o starší jedince.



Lebka dugonga, horní řezáky tvořící malé kly, Natural History Museum, Londýn (foto Pavla Říhová)

Kly dugongů jsou **na průřezu kulaté**, na povrchu mohou být hladké, nebo mírně rýhované. Špička je pokryta tenkou vrstvou skloviny, která se svěkem obrousuje. Sklovina tvoří i podélný pruh na spodní straně klu (s věkem tento pruh přetrvává). V dentinu jsou na řezu viditelné koncentrické kroužky (odpovídají věku).



Kly dugongů (vlevo nahoře stoličky), Natural History Museum, Londýn (foto Pavla Říhová)

Použití zubů dugongů

Kly dugongů byly tradičními kulturami využívány kvýrobě drobných předmětů (šperky, lžičky, škrabky, háčky, rukojeti nožů). Používaly se i k rituálům a ceremoniálním obřadům. Kly mívaly i magický význam, kousky klů např. nosily děti jako talismany pro ochranu před zlými duchy.

Zajímavostí je podobné využití **kostí dugongů**, které jsou extrémně husté a těžké, téměř bez spongiózní části (váha kostí pomáhá udržet zvíře při dně). Z tohoto důvodu se kosti dugongů zpracovávaly obdobně jako kly. Prášek z kostí dugongů se používal i v tradiční medicíně.



Dugong indický (foto Václav Krpelík)

NÁHRAŽKY SLONOVINY

Slonovina byla vždy cenný materiál, proto byla po staletí falšována a napodobována levnějšími materiály.

Přírodní náhražky	Umělé náhražky
kost	celuloid
parohy	kasein
zoborožec helmový	komposity
rostlinná slonovina	resinové pryskyřice
mušle, korály	polyester

KOST

Nejobvyklejší náhražkou slonoviny je kost, která se zubům podobá barvou. Jde o pevný materiál, který není tak náchylný k praskání jako slonovina.

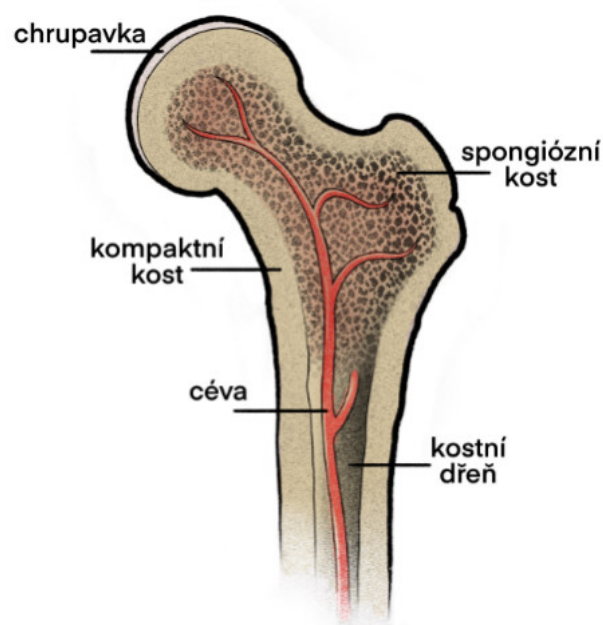
Nejstarší známé řezby z kostí jsou staré cca 40 000 let, jde o různé figurky zvířat či lidí, kosti zdobené geometrickými motivy apod. Mezi jedny z nejstarších nálezů patří předměty objevené v lokalitách u Pavlova a Dolních Věstonic.

Pro výroby z kostí se nejčastěji používají dlouhé kosti kopytníků, nejčastěji krav a buvolů. V některých zemích jsou využívány i velbloudí kosti (mají hrubší strukturu než kráva), kosti ovcí (jsou menší), např. v Tibetu se vyřezávají i lidské kosti. K výrobě předmětů se používá kompaktní kost (nikoli spongiózní). Většina dlouhých kostí má na průřezu kulatý tvar.

Kosti jsou duté, dutina je vyplněna měkkou kostní dřeví. Kostěné výrobky proto z principu nejsou masivní, ale bývají tenkostěnné (často lepené z plátků). Velikost a síla použitých kostí limituje velikost výrobků.

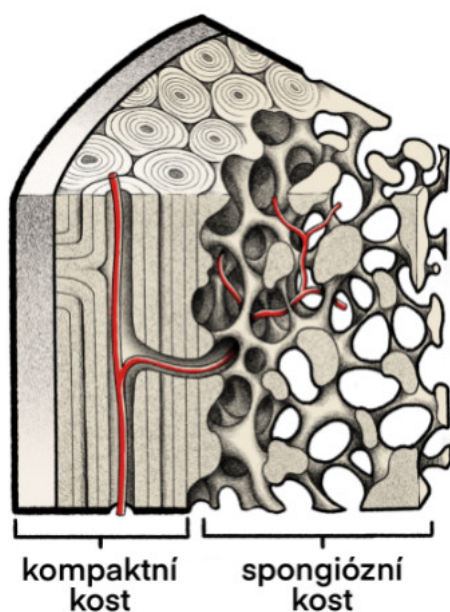
Specifické jsou výrobky z velrybích kostí, které jsou velmi porézní, výrobky tak mají typický vzhled (spodní čelisti velryb mají kompaktnější, a ne tak porézní strukturu). Kosti mořských živočichů bývají obecně lepkavé a mastné.

Někdy se kosti melou na prášek (k tomuto účelu se využívají spíše menší kosti), který se míchá s pojivem a ze vzniklé hmoty jsou tvarovány předměty.



Kost tvoří kompaktní a spongiózní část, uvnitř se nachází kostní dřeví (kresba David Říha).

Složení a stavba kosti



Rozdíl ve struktuře kompaktní a houbovitě spongiózní kosti. Pro řezbářské účely se používá kompaktní kost (kresba David Říha).

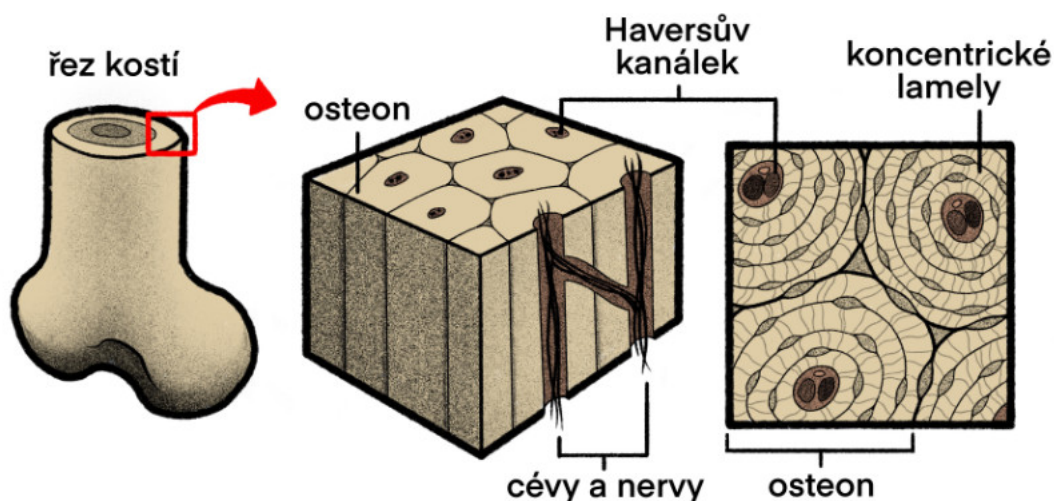
Kost je tvrdá, mineralizovaná tkáň, která slouží jako opora těla a chrání vnitřní orgány. Stejně jako slonovina špatně vede teplo. Tvrdost kosti je 3-5 stupňů na Mohsově stupnici.

Základní minerální složkou kosti je **hydroxyapatit** $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, který dodává tkáni pevnost a tvrdost, dále pak proteiny (kolagen) a lipidy. Základní rozdíl mezi kostí a slonovinou spočívá v poměru hydroxyapatitu a kolagenu. Kost je více mineralizovaná, obsahuje větší množství hydroxyapatitu (tudíž má i vyšší obsah vápníku a fosforu než slonovina) a méně kolagenu a vody.

Zastoupení minerálních látek v kostech se mění s věkem zvířete. Kostí mladých jedinců mají nižší stupeň mineralizace a nejsou tak pevné. Obsahují amorfni fosforečnan vápenatý, který s věkem postupně krystalizuje do pevnější a tvrdší formy hydroxyapatitu. Ve vyšším věku se pak opět mineralizace snižuje, hydroxyapatit ubývá a kosti jsou lehčí, křehčí a lámavější.

Kompaktní kost je složena z tzv. **osteonů neboli Haversových systémů**. Uvnitř vedou **Haversovy kanálky**, kterými prochází krev a inervace. Tato struktura způsobuje, že kost je porézní.

Před zpracováním je nutno kost důkladně vyčistit (odstranit krev a tkáň z povrchu i vnitřku) a vybělit. K tomuto procesu se používají různé chemické látky a teplo (var). Výrobky se ve finále leští. Ani kvalitní zbroušení a vyleštění však neodstraní zbytky Haversových kanálků, které prochází celou strukturou kosti. Na povrchu budou vždy patrné (jako tečky na příčném řezu; čárky, linky či škrábance v podélném směru). Zvláště u starších předmětů se v Haversových kanálkách zachytává špína, která prakticky nejde odstranit (jsou potom viditelné jako tmavé tečky).



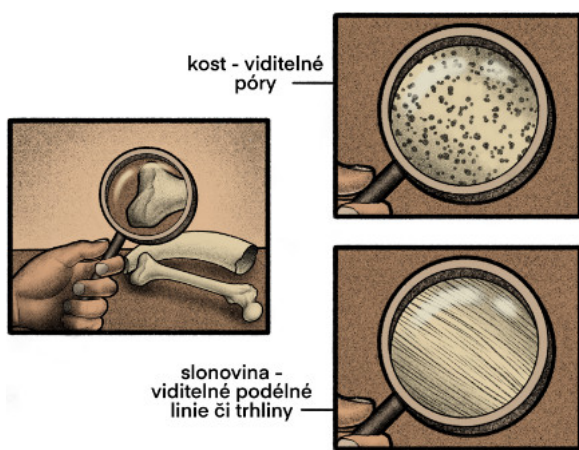
Základní strukturou kompaktní kosti jsou osteony neboli Haversovy systémy (kresba David Říha).

Rozlišení kosti od slonoviny



Tvar výrobku

Většina dlouhých kostí je dutá a rovná, předměty ze slonoviny bývají mírně zahnuté. Předměty z kosti však mohou být lepené z malých kousků kosti a mohou napodobovat tvar klu.



Povrch a morfologie

Kost má hrubší povrch spatrnou přítomností Haversových systémů (porézní, viditelné tečky, rýhy). Mikroskopicky je patrný „zrnitý“ vzhled.

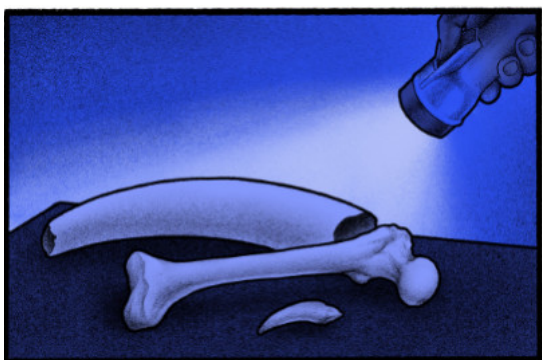
Chybí Schregerovy linie, sekundární dentin, koncentrické linie, kroužek mezi cementem a dentinem a další morfologické znaky zubů.

Slonovina je hladká, mohou být patrné podélné pruhy nebo na příčném řezu Schregerovy úhly.

K morfologické identifikaci napomůže použití vhodného zvětšení a osvětlení – světelná lupa, mikroskop či videospektrální komparátor (např. Video Spectral Comparator VSC 9000).

Zpracování

Hloubka řezby může napomoci rozlišení. Hluboký reliéf naznačuje, že materiál není dutý. Předměty ze slonoviny mívají vyšší kvalitu řezby.



UV světlo

Kost v UV světle fluoreskuje obdobně jako slonovina, Haversovy kanálky jsou viditelné jako černé tečky či čárky.

Obecně lze shrnout, že ve většině případů nemá smysl determinovat kostěné výrobky až do úrovně konkrétního použitého druhu živočicha, neboť v naprosté většině případů jsou používány kosti domestikovaných druhů velkých kopytníků. Výjimkou mohou být výrobky z kostí slonů či velryb, které podléhají úmluvě CITES.

Pozor je třeba dát na označení „ox bone“ (ox = angl. vůl, hovězí dobytek), které je v současné době používáno v internetové inzerci jako krycí název pro slonovinu.

Použití kostí

Kosti byly odedávna využívány jako materiál nebo náhrada cennějších surovin (slonovina). Jsou z nich vyráběny nejrůznější typy výrobků – sošky, šperky, dekorativní předměty, vykládané intarzie atd.



Na soškách z kosti bývá viditelné lepení z menších plátek, snaha o napodobení tvaru sloniho klu, na povrchu tmavé tečky či čárky jako zbytky Haversových kanálků (foto Pavla Říhová).



Maorské sošky tiki vyrobené ze spodní čelisti vorvaně ze Shetlandských ostrovů, Natural History Museum, Londýn (foto Pavla Říhová).

U různých národů lze nalézt typické výrobky z kostí, např. Maorové vyrábí symbolické figurky **tiki z kostí mořských savců včetně velryb** (dnes populární suvenýr pro turisty). Pro některé typy figurek jsou využívány i spongiózní části kostí (figurky pak vypadají jako z pemzy).

Kosti z velrybí čelisti (kompaktnější než ostatní velrybí kosti) byly využívány i kvýrobě scrimshaw na velrybářských lodích.



Vlevo kompaktní kost z čelisti velryby, vpravo čelist vorvaně. Velryby mají obecně odlehčené kosti světlými dutinami ve spongiózní kosti, Natural History Museum, Londýn (foto Pavla Říhová).

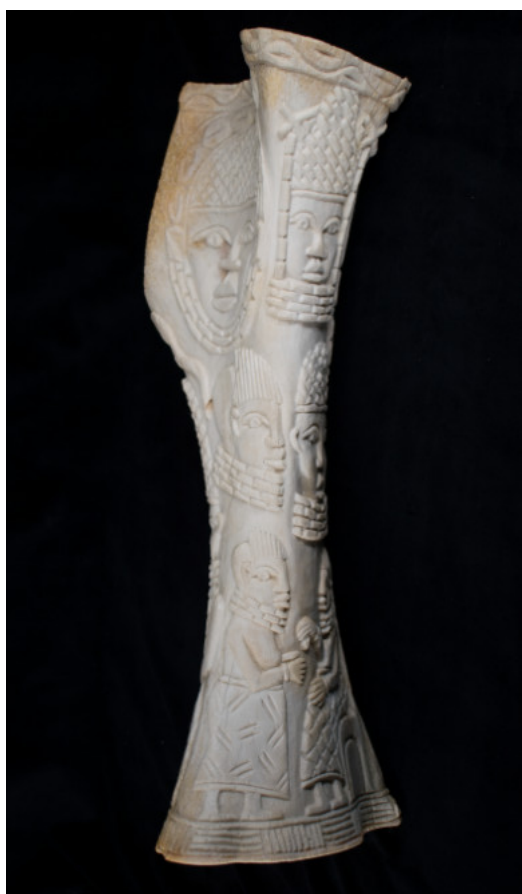


Soška z porézní kosti velryby (foto Dominika Formanová).

Přívěsky s mořskými motivy mohou být vyrobeny také z kostí losa, soba karibu, mečouna ad.



Inuité používají k dekorativním účelům malované meziobratlové ploténky velryb, National Wildlife Forensic Laboratory, Ashland. USA (foto Pavla Říhová).



Vyřezávaná pažní kost slona, délka 50 cm, váha 4.6 kg, zabaveno v ČR, chobotnatci mají podobně jako velryby odlehčené kosti svěššími dutinami ve spongiózní kosti (foto Dominika Formanová)

Obdobně jako slonovina i kost s věkem přirozeně mění barvu. Působením UV světla získává tmavnoucí nažloutlý odstín, vlivem různých faktorů však může také zhnědnout, zčervenat, zbělat nebo zezelenat. Kostěné předměty lze uměle „zestařit“, využíváno je působení čajového výluhu, tabáku, kyseliny dusičné ad.

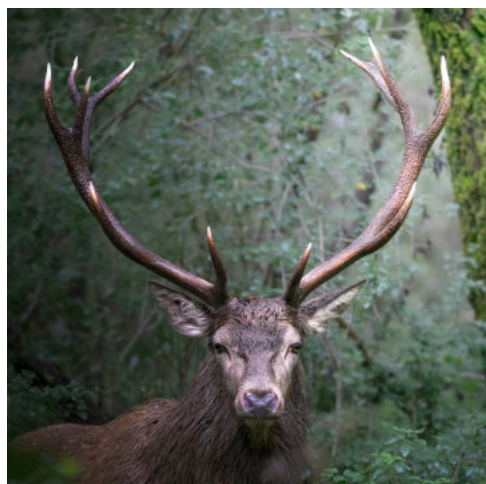


Pokusné „zestaření“ kosti výluhem v čaji (foto Pavla Říhová)

PAROHY

Parohy mají pouze kopytníci z čeledi jelenovitých Cervidae (cca 40 druhů). Obvykle vyrůstají v páru a jsou více či méně symetrické. U různých druhů mají různý tvar a velikost. Parohy mívají pouze samci, výjimkou soba polárního, u kterého mají paroží obě pohlaví. Pro zpracování jsou nejčastěji využívány tyto druhy:

- **jelen evropský** • *Cervus elaphus*
- **daněk evropský** • *Dama dama*
- **srnec evropský** • *Capreolus capreolus*
- **los evropský** • *Alces alces*
- **jelen sika** • *Cervus nippon*
- **sob polární** • *Rangifer tarandus*



Jelen evropský (foto Gabriele Brancati, Pexels)

Paroží je **modifikovaná kost** a vykazuje všechny základní strukturální prvky kosti včetně Haversových kanálků.

Vzhledem k silné mineralizaci je paroží tvrdší a pevnější než kost (pokud jsou parohy suché a zkostnatělé). Typický je vysoký podíl vápníku (25-30 %) a fosforu (15-22 %).

Parohy bývají na průřezu kulaté, jejich struktura obecně připomíná strukturu dlouhých kostí – vnější kompaktní kost, vnitřní spongiózní pórovitá kost. V kompaktní vrstvě jsou patrné **Haversovy kanálky**.

Povrch parohu je hnědý a rýhovaný, rýhy vznikly otiskem cév procházejících při růstu parohu lýčím. Pokud se opracují a vyleští, jsou světlé a hladké, barva krémová (u soba a karibu spíše světle šedá). Báze parohu je hrubá s výrůstky, někdy se na výrobcích ponechává k dekorativnímu účelu.

Jelenovití každý rok parohy shazují a během několika měsíců jim narůstají nové. Přírůstek může být až 2 cm denně, jde o jeden z nejrychleji rostoucích živočišných materiálů. Paroh vyrůstá z pučnice na hlavě (průměr pučnice limituje průměr parohu, svěkem pučnice roste do šířky). Během růstu je paroh pokrytý lýčím, což je měkká vrstva kůže, silně prokrvená a inervovaná, která paroh vyživuje (sametový vzhled). Postupně jsou do parohu ukládány minerální látky a hmota tvrdne. Po skončení růstu a mineralizace vrstva lýčí odumírá, svědí a zvíře si ji odstraňuje třením o stromy (tzv. vytloukání paroží). Shoz paroží následuje po období říje a je řízen hormonálně (pokles testosteronu). V pučnici před shozem dojde k odumírání vrstvy buněk osteoblastů, paroh se následně odlomí.



Řezby z paroží jelena evropského (foto Zdeněk Novák)

Paroží pocházející ze zabitých jedinců lze rozpoznat dle přítomnosti zbytků krve v cévkách uvnitř parohu, zatímco shozené paroží je uvnitř bílé.

Parohy jsou využívány jako trofeje, vcelku se používají k dekorativním účelům či se zpracovávají řezbářsky. Jsou z nich vyráběny ručičky nožů, vycházkových holí, sošky, knoflíky, reliéfy, ozdoby, šperky, vykládají se jimi pažby zbraní, stěnenky nožů atd.

Zoborožec helmový • *Rhinoplax vigil*

Zoborožec helmový (štítnatý) je kriticky ohrožený druh zoborožce žijící na Borneu, Sumatře a Malajském poloostrově. V Malajsi se mu říká „pták zabíjející tchyni“ kvůli jeho maniakálnímu křiku. Populace zoborožců helmových v přírodě činí pouze několik tisíc jedinců. V zajetí tento druh prakticky není chován.

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
zoborožec helmový <i>Rhinoplax vigil</i>	CITES I	A



Lebka zoborožce helmového s typickou červenožlutou helmou, National Wildlife Forensic Laboratory, Ashland, USA (foto Pavla Říhová)



Materiál z helmy zoborožce bývá kvůli zbarvení někdy nazýván zlatý jadeit (foto Pavla Říhová).

Zoborožec helmový má na zobáku velký **žlutočerveně zbarvený výrůstek** (helmu) tvořený kompaktní hmotou (většina zoborožců má naopak výrůstky na zobáku duté).

Zbarvení helmy je světle krémově zlatavé, přechází do oranžova a červena (červená barva vzniká v důsledku působení sekretu uropygiální žlázy). U samců dosahuje délky kolem 10 cm, je silně klenutá a masivní. U samic je menší a méně výrazná.

Zoborožec byl po staletí loven místními obyvateli na Borneu kvůli helmě a ocasioním perům, používaným k ceremoniálním obřadům. První vyřezané artefakty z Bornea jsou datovány do období před 2000 lety. Od 7. století začali s Borneem obchodovat Číňané a poptávka po helmách zoborožců postupně vzrostla. První písemný záznam o dovozu zoborožcích helem do Číny je z roku 1371, kdy byly sultánem z Bruneje věnovány čínskému císaři jako luxusní dar.

Čínští řezbáři vytvářeli z helem zoborožců jemně propracované řezby zvané „**ho ting**“ („hřeben jeřába“). Šlo o sošky bůžků, luxusní ozdobné předměty, spony a přezky, pečeti, figurky, tabatěrky, spony do vlasů atd. Japonští řezbáři z helem zoborožců vyráběli tradiční knoflíky netsuke.

Zoborožčí helmy jsou nazývány „hedinghong“ v mandarínské čínštině, „golden jade“ (zlatý jadeit) nebo red ivory (červená slonovina). Materiál je velmi ceněn kvůli své vzácnosti, krásnému zbarvení a možnosti vyleštění do vysokého lesku, za dynastie Ming býval 2x dražší než slonovina.

Kromě řezbářského zpracování se shelmami zoborožců také pojila víra, že účinkují proti jedům (červený pruh má údajně měnit barvu, když se setká s jadem).



Vyřezávaná leбка zoborožce helmového (foto Pavla Říhová)

Populace zoborožců v důsledku dlouhodobého historického lovu silně poklesly, v průběhu 20. století však intenzivní lov postupně ustával. V 90. letech však bohužel došlo k opětovnému nárůstu poptávky a extrémnímu pytlacení. Nelegální lov a obchod stimuluje vysoká cena zoborožčích helem (až 5000 USD/kg), která ně k o l i k a n á s o b n ě převyšuje cenu slonoviny.

Většina zoborožců je lovena na Borneu a Sumatře, helmy jsou pašovány do Číny. Obchodní sítě jsou řízeny organizovanými kriminálními skupinami.

Indonésie a Čína jsou největší současné hot-spoty obchodu se zoborožčími helmami (v letech 2006-2021 bylo v těchto zemích zabaveno 6045 výrobků). V Evropě a Americe se helmy zoborožců a výrobky z nich objevují jen velmi sporadicky.

Stavba helmy

Výrůstek na zobáku (helma) je tvořen **keratinem**. Je kompaktní a těžký, může vážit až 11 % váhy ptáka (zoborožec váží cca 3 kg). Materiálově je měkký než slonovina či dentin savčích zubů, což umožňuje snazší vyřezávání komplikovaných ornamentů. Keratin lze pod tlakem a teplem mírně tvarovat, ale tento postup se praktikuje zřídka.

Ve struktuře chybí morfologie typická pro dentin (dentinové tubuly, linie, přírůstky atd.). Typická je **vrstevnatost materiálu** a přítomnost drobných pigmentových teček ve žluté části. Vrstvy nebývají vždy dokonale rovnoběžné (mohou být i zvlněné, či se protínají), u červené části helmy je vrstevnatost snáze pozorovatelná u neopracovaného materiálu.



Pokud se odstraní typická červená část helmy, identifikace je obtížná (foto Pavla Říhová).

Při řezbách se na výrobku záměrně ponechává červená část (méně často se odstraňuje). Často také bývá zachována celá leбка i zobák a ornamentálně je zdoben pouze výrůstek.

Finální výrobky se leští, povrch je hedvábný na dotek a má atraktivní zlatočervené zbarvení. Velikost předmětů bývá maximálně 8 x 5 x 2.5 cm. Objevuje se i zpracování do náramků s korálky (průměr korálku 1-2 cm) se žlutým zbarvením a červeným „okem“ (pozor – část korálků v náramku může být z umělého materiálu, část pravá).

Helmy zoborožců a výrobky z nich se velmi často falšují.

Identifikace helmy zoborožce

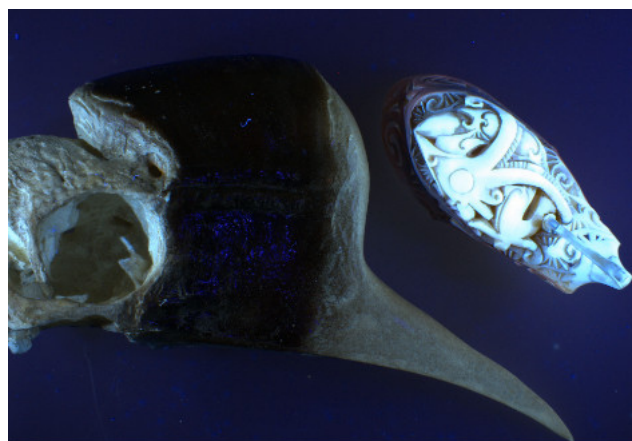
- materiál vykazuje vrstevnatou strukturu s drobnými pigmentovými tečkami
- linie mezi červenou a žlutou oblastí je u pravého zoborožce rozmazaná, není ostrá (lépe viditelné pod lupou), v linii mohou být tmavě hnědé pruhy, běžné jsou malé praskliny orientované téměř kolmo k linii přechodu
- ve falsifikátech z plastu či pryskyřice bývají bublinky, nevykazují žádnou vrstevnatou strukturu (někdy mohou být zrnité), ani praskliny
- v UV světle (365 nm) žlutá část helmy světle modře fluoreskuje, červená část je tmavá



Pravá lebka zoborožce helmového v UV světle 365 nm. Fotografie z Video Spectral Compator VSC8000HS, National Wildlife Forensic Laboratory, Ashland, USA (foto Jessica Terrill).



Vlevo napodobenina lebky zoborožce helmového. Vpravo výrobek z pravého zoborožce (foto Jessica Terrill).



Vlevo napodobenina lebky zoborožce helmového, vpravo výrobek z pravého zoborožce v UV světle 365 nm (foto Jessica Terrill).

MUŠLE, KORÁLY

Lastury mlžů jsou tvořeny uhličitánem vápenatým CaCO_3 ve formě krystalků aragonitu a kalcitu. Vše spojuje organická matrice z konchiolinu. Mívají bělavou, krémovou, šedou či modravou barvu, mohou být i barevně mramorované či mít perleťový lesk. Často vykazují nepravidelné vrstvy různé průhlednosti a strukturu jemného pruhování (viditelné při 10x zvětšení). Materiál je tvrdý, lesklý a na dotyk chladný, v UV světle fluoreskuje. K identifikaci lze využít i chemický test. Vzhledem ke své tvrdosti a křehkosti se lastury nedají snadno opracovávat, detailní a propracované řezby z nich nelze vyrobit.

Korály jsou rovněž tvořeny uhličitánem vápenatým ve formě aragonitu a jsou chladné na dotyk. Typická je struktura koralitů (jednotlivé vnější schránky polypů). Barva může být od bílé, žluté až po červenou, modrou či černou.

Výrobky z lastur a korálů jsou limitovány velikostí. Vyleštěné mají sklovitý lesk. Používají se na výrobu drobných předmětů, šperků či vykládání intarzií (lastury).



Lastury mlžů a korály se vzhledem ke své stavbě a velikosti používají jen na výrobu malých předmětů. Smateriálem živočišných druhů se prakticky nedají zaměnit (foto Pavla Říhová).

ROSTLINNÁ SLONOVINA

Rostlinná slonovina je materiál pocházející z ořechů palem rodu *Phytelephas* (slonovník) z jihoamerické Amazonie. Jako zdroj tohoto materiálu jsou používány druhy *Phytelephas macrocarpa*, *P. aequatorialis* a *P. microcarpa*.

Nejčastěji je zpracováván slonovník velkoplodý *Phytelephas macrocarpa*, který plodí největší ořechy. Pěstuje se na plantážích, v plodech se nachází 4-10 semen velikosti jablka. Plody slonovníku dozrávají cca 1 rok.

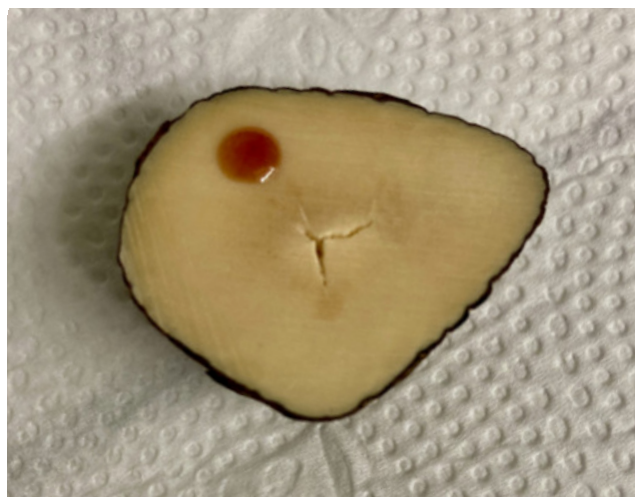
Semena se nazývají **ořechy tagua**, corozo, kamenné ořechy či slonovinové ořechy. Jsou kulovitá, či ve tvaru avokáda, shnědou slupkou a bílým vnitřním jádrem (endosperm). Bílá hmota uvnitř ořechu je nejprve tekutá, postupně při zrání tvrdne. Složením jde o téměř čistou **celulózu**, resp. krystalický polysacharid manan.

Uzrálý ořech je po vysušení velmi tvrdý, může být vyřezáván a leštěn. Přirozená původní barva je krémová a podobá se slonovině, časem ale tmavne do béžové až tmavohnědé (od staré slonoviny se toto tmavnutí barevně liší). Při vyřezávání se často ponechává část hnědé slupky. Velikost výrobků je limitována velikostí ořechu.



Ořechy tagua mohou při sušení ve středu praskat (foto Pavla Říhová).

Na řezu ořechem se mohou v celulóze objevovat pravidelné jemné koncentrické linie, které by se teoreticky mohly dát zaměnit s dentinem hrocha. Ve struktuře celulózy se často objevuje moiré efekt (vlnky, proužky), který je viditelný pod lupou především na starších předmětech.



Po kápnutí kyseliny sírové na ořech tagua se během 12 minut kyselina růžovočerveně zabarví (foto Zdeněk Novák).

VUV světle ořechy tagua fluoreskují podobně jako slonovina. Krozlišení se dá použít **test horkou jehlou** (tagua při zahřátí páchne jinak než slonovina) či **test kyselinou sírovou**. Při tomto testu se na povrch předmětu kápne kyselina sírová, která reaguje s celulózą a růžovočerveně se během pár minut zbarví. Slonovina ani jiné dentiny zubů takto na kyselinu nereagují. Zbarvenou kyselinu lze po provedení testu setřít, povrch ořechu zůstává nezabarvený, přesto se tento test při kontrolách příliš nepoužívá, neboť by mohlo dojít ke zničení předmětu.

Použití rostlinné slonoviny

Ořechy tagua byly prvně dovezeny do Evropy vraném 19. století. Vyráběly se z nich drobnější dekorativní předměty jako rukojeti holí, hračky, šachy, jehelníčky. Hlavní využití však byla výroba knoflíků v knoflíkářském průmyslu. Sobjevem plastů významnější zpracování ořechů ustalo a materiál upadl v zapomnění. V současné době obchod opět narůstá, především v souvislosti s výrobou suvenýrů pro turisty a výrobou knoflíků netsuke.

Tvrdé ořechy tagua se brousí, soustruží, často bývá záměrně zachováván kus hnědé slupky jako dekorace. Ořechy se také barví a malují. Slouží k výrobě šperků (včetně prstenů), figurek, korálků, knoflíků netsuke, používají se i na intarzie a součástky pro dudy. V Jižní Americe se výrobou často zabývají malé dílny a mikropodniky.

Hlavním exportérem ořechů tagua je Ekvádor, vývozy směřují především do Číny, Japonska a Singapuru. Cena čerstvého ořechu je cca 6 USD, kvalitně usušený ořech stojí 30 USD.

V Africe (Egypt, Súdán, Keňa, Tanzánie) se jako rostlinná slonovina používají **ořechy doum** pocházející z palmy *Hyphaene thebaica*. Výrobky z těchto ořechů byly nalezeny už v hrobkách egyptských faraónů a sloužily k posvátným účelům. V plodu se nachází jediné semeno s bílým tvrdým vnitřkem, z něhož se vyřezávají šperky a knoflíky.

V Tichomoří jsou využívány plody **palmovníku mikronéského** *Metroxylon amicorum*. V plodu bývá rovněž jediné semeno, z něhož se vyrábí drobné šperky a knoflíky.

V Brazílii je křezbám používán i plod palmy *Attalea funifera* zvaný **ořech coquilla**. Vyřezává se však tvrdá slupka (nikoli jádro), která je hnědá a se slonovinou téměř nezaměnitelná. Do Evropy se coquilla ořechy dostaly v polovině 16. století, byly oblíbené pro výrobu menších otočných a vyřezávaných předmětů, ozdobných rukojetí, krabiček na šňupací tabák a pastí na blechy.



Na řezu se v ořechu tagua mohou objevovat jemné koncentrické linie (foto Zdeněk Novák).

UMĚLÉ MATERIÁLY

Falešná slonovina se dříve vyráběla z kluhu smíchaného srozmletou kostí, kamencem (minerál obsahující síran draselno-hlinový) nebo s práškem z pravé slonoviny (odpad při řezbě). Nejdůležitějšími novodobými materiály nahrazujícími slonovinu jsou však **plasty**.



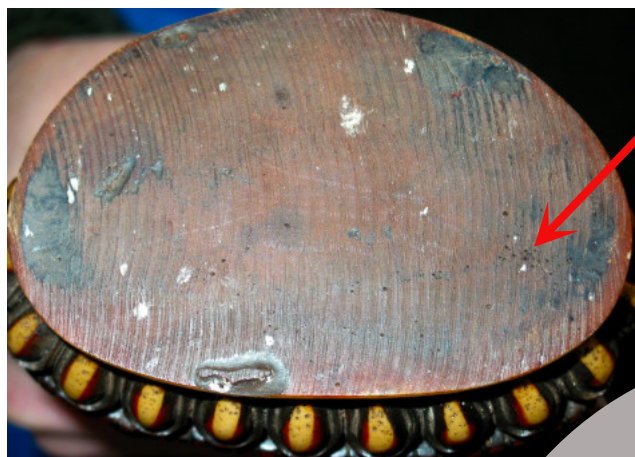
Napodobenina sloního klu z plastu je výrazně lehčí než slonovina (foto Zdeněk Novák).

Plasty lze tvarovat tak, aby výrobky napodobily jakékoli předměty ze slonoviny či jiných přírodních materiálů. Vývoj plastů prošel mnoha fázemi a experimentováním s nevhodnějším složením a výrobními postupy. Na trhu působilo a působí velké množství firem, zabývajících se produkcí náhražek slonoviny. Existuje mnoho materiálů, které se snaží napodobit slonovinu vzhledem i vlastnostmi a stále jsou vyvíjeny další. Moderní plastová chemie využívá především kombinace pryskyřic a polymerů s dalšími materiály (kompozitní materiály), současné výrobky z těchto hmot mohou vypadat velmi věrohodně.

Syntetická slonovina bývá rozpoznatelná od pravé slonoviny především díky absenci vnitřních linií ve struktuře hmoty. Některé materiály sice mohou vykazovat určité linie či jejich náznaky (např. celuloid, ivorine, elforyn ad.), ale tyto mívají nepřirozený vzhled, jsou příliš pravidelné, nekříží se apod. Plastové materiály jsou obvykle lehčí než slonovina (někdy se dovnitř schválně přidává těžší materiál). Rozdíly spočívají také ve fluorescenci v UV světle. Přírodní slonovina fluoreskuje jasně modrou barvou, syntetické materiály matně modře nebo naopak výrazně svítivě modře (juma, elforyn). Staré výrobky z plastů časem ztrácí původní barvu (vybledávají) a na omak hrubnou. Blíže k možnostem identifikace viz kapitola Jak identifikovat slonovinu.

K výrobě umělých napodobenin se využívají dva typy metod:

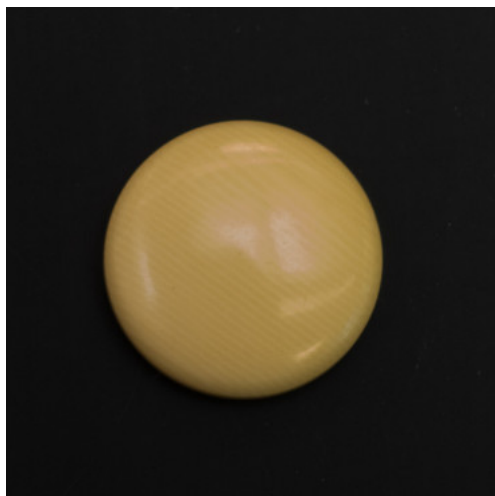
- jednoduché odlití (při zvětšení může být viditelná charakteristická lící textura, bývají přítomné bublinky, předměty mohou mít velmi tenké stěny);
- vytlačování přes trysky do dlouhých cylindrů nebo bloků, které lze dále opracovávat (touto metodou bývá napodobováno vrstvení a jsou vytvářeny jakési paralelní vrstvy, které mohou připomínat Schregerovy linie, linie v plastových materiálech bývají ale příliš precizní a pravidelné, na příčném řezu nejsou vidět žádné úhly křížení).



V umělých napodobeninách vyráběných odlitím zůstávají drobné bublinky (foto Pavla Říhová).

Celuloid

Celuloid je sloučenina nitrocelulózy, kafru (změkčovač), barviv, alkoholu a stabilizačních přísad (může obsahovat i kasein). Jednalo se o první průmyslově vyráběný plast na světě.



V celuloidu bývají viditelné rovnoběžné linie (snaha o napodobení Schregerových linií), časem předměty výrazně žloutnou (foto Pavla Říhová).

Prvotním podnětem pro experimenty s výrobou umělých materiálů byl nedostatek slonoviny pro výrobu kulečnických koulí. Hra byla v Evropě i severní Americe v 19. století nesmírně populární, což vedlo k velké spotřebě slonoviny, které ubývalo. První syntetická náhražka byla vyrobena v roce 1856 ve Velké Británii Alexanderem Parkesem, který nechal odpařit rozpouštědlo z nitrocelulózy. Vzniklý materiál byl tuhý a tvárný a daly se z něj vyrábět různé předměty. Jednalo se první formu celuloidu, která byla nazvána Parkesine. Objev však zapadl a nenašel dostatečné komerční využití.

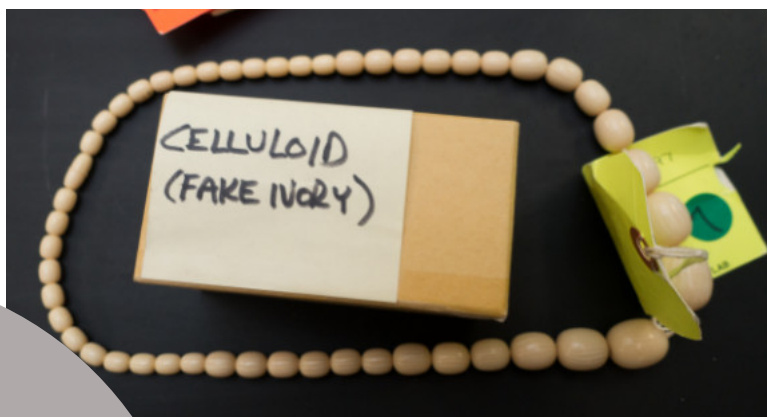
V roce 1863 newyorští výrobci kulečnicků Phelan a Collender vypsali cenu 10 000 USD za vynález dokonalé náhražky slonoviny. Průmyslově použitelnou formu poté vynalezli v roce 1869 bratři John Wesley a Isaiah Hyattové v Americe, kteří vylepšili složení parkesinu a dokázali úspěšně zavést komerční výrobu materiálu jako levnější a lehčí náhražky slonoviny.

V roce 1870 si materiál nechali patentovat pod názvem **celuloid**. Celuloid se stal obchodní značkou firmy Celluloid Manufacturing Company a našel široké uplatnění v různých odvětvích výroby (kulečnické koule, knoflíky, šperky, hřebeny, fotografické filmy ad.). Dalšími obchodními názvy celuloidu byly Xylonite, Bonzoline ad.

Celuloid je vysoce hořlavý, dnes už se proto nevyrábí a nepoužívá. Lze se ním setkat jen u starších výrobků.

Rozpoznání celuloidu

- Výrobci celuloidu se snažili napodobit Schregerovy linie, aby materiál vypadal jako skutečná slonovina. Vizuálně však tato struktura neodpovídá pravému materiálu, linie jsou rovnoběžné a pravidelné, příp. vypadají spíše jako zrnění.
- Celuloid v čase degraduje a předměty výrazně žloutnou.
- Z celuloidových výrobků bývá cítit kafr (páchne jako prostředek proti molům), pach se výrazně uvolní při zahřátí. Vzhledem k extrémní hořlavosti je doporučeno při testování imitací případně zahřívat **ponořením na 30 sekund do horké vody** (nikoli testem horkou jehlou!).
- Později se začala při výrobě používat místo kyseliny dusičné (nitrát celulózy) kyselina octová. Takové imitace jsou pak cítit po octu, nikoli kafru.



Falešné slonovinové korále vyrobené z celuloidu (foto Pavla Říhová)

Náhražky na bázi bakelitu

Dalším z prvních komerčně úspěšných plastů byl **bakelit**, syntetický plast vyráběný na bázi fenol formaldehydových pryskyřic. Jde o tvrdou a odolnou hmotu, dodnes využívanou v průmyslové výrobě.

Náhražky slonoviny na bázi bakelitu se vyráběly především v 1. polovině 20. století. Šlo např. o:

- **Ivory Pyralin** (Lorraine Celluloid Company, USA)
- **Ivorine** (International Celluloid Company, USA)
- **Dekorite 2023, Dekorite V384** (Rasching Corporation, USA).

Tyto výrobky jsou na dotek chladné (chladnější než slonovina) a při zahřátí vykazují typický pach fenolu.



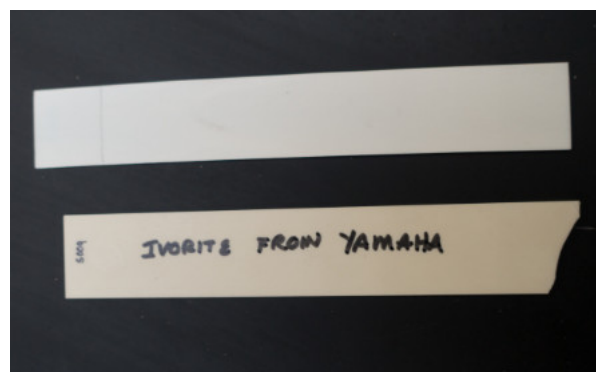
V materiálu Ivorine mohou být proužky snažící se napodobit Schregerovy linie (foto Pavla Říhová).

Náhražky s kaseinem (milk ivory)

Tento typ materiálu se začal vyrábět koncem 19. století a dodnes je používán např. na výrobu knoflíků. Vyrábí se reakcí kaseinu (mléčný protein) s formaldehydem. Hmota je tvrdá, odolná a bez zápachu, na rozdíl od slonoviny má však nižší trvanlivost a je citlivější na vlhkost. Stejně jako slonovina je hygroskopická a při vysychání může praskat (materiál je tudíž vhodný na výrobu kláves pian). V UV světle fluoreskuje podobně jako slonovina.

Typy materiálů:

- **Erinoid, Lactoid** – historické materiály z počátku 20. století
- **Galalith** (Fedra Design Ltd, Rhode Island, USA), pevný univerzální materiál, křehký, použití na knoflíky, ozdoby, imitace perel. V současné době už se nevyrábí, byl nahrazen moderními materiály.
- **Ivorite** (Yamaha Corporation, Japonsko), novodobý materiál vyráběný vrstvením.



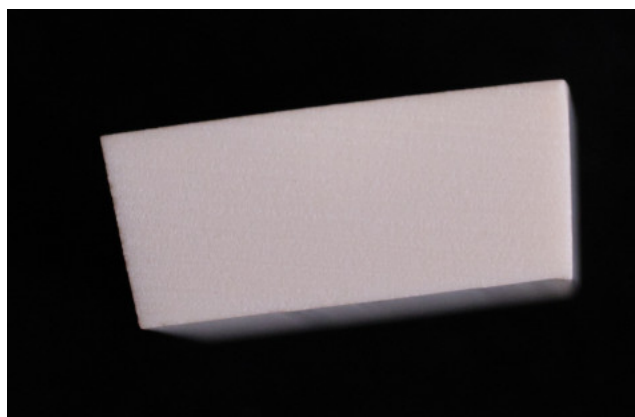
Yamaha Corporation má patentovaný materiál Ivorite (foto Pavla Říhová).

Kompozitní materiály

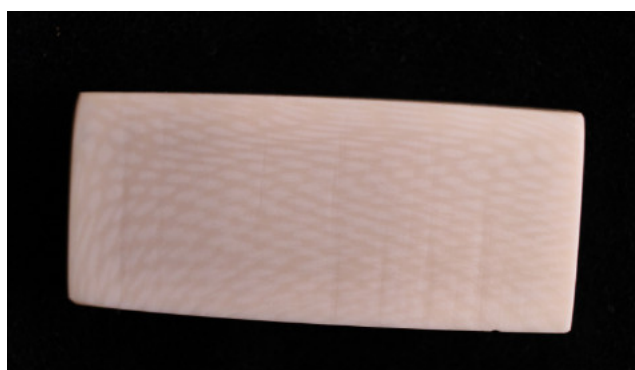
Kompozitní materiály se skládají ze dvou a více komponentů, z nichž jeden je plast (polymer) a druhý funguje jako výztuž nebo plnivo. Kompozitovou maticí bývají různé typy polymerových pryskyřic (polyesterové, epoxidové, alkydové, styrenové ad.), knimž jsou přimíchávány anorganické materiály (minerály).

Typy materiálů:

- **Vigopas P71A** (Rasching Corporation, USA) - polyesterová pryskyřice, už se nevyrábí
- **Alabrite, Albarite** - uhličitan vápenatý s adhezivním pojivem, už se nevyrábí
- **Juma** (Atla Billiard Supply, USA) - směs minerálních látek a pryskyřice, v UV světle svítí výrazně zářivě (více než slonovina)
- **Elforyn** (Bachmann Kunststoff Technologien GmbH, Německo) - relativně nový plast speciálně vyvinutý jako náhražka slonoviny, směs minerálních látek a pryskyřice, krémově bílý, dobře se opracovává, napodobuje Schregerovy linie, vyráběno metodou trysek, výroba biliárových koulí, v UV světle svítí výrazně zářivě (více než slonovina)
- **Resin-Ivory™, Resin-Ivory+S™** (Dave Warther, <https://guitarpartsandmore.com>) - alkydová pryskyřice, napodobuje Schregerovy linie, výroba intarzií a kytarových dílů (drobné tenčí předměty)
- **epoxyresiny** - na trhu široká škála materiálů s epoxidovými pryskyřicemi, tyto materiály jsou považovány za budoucnost pro výrobu imitací.



Vlevo Juma a Elforyn, vpravo Elforyn (foto Pavla Říhová, Zdeněk Novák)



Vzorky Resin-Ivory™ s napodobenými Schregerovými liniemi (foto Pavla Říhová, Zdeněk Novák)

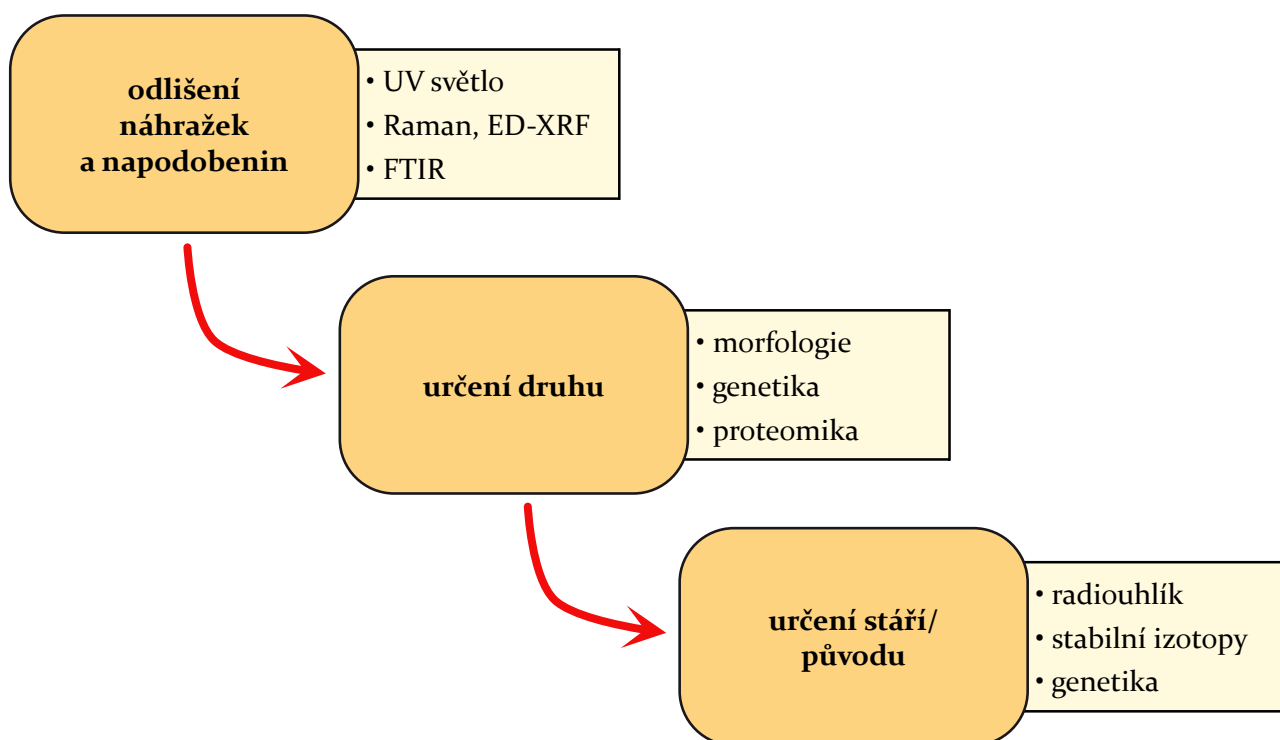
Kompozity mohou obsahovat i **příměs slonovinového prachu** (obvykle jsou pojivem styrenové pryskyřice), případně kosti. Slonovinový prach (vedlejší produkt řezbářské výroby) může být smíchán s pryskyřicemi, slisovaný a broušený či vyleštěný na komerčně použitelný produkt (např. klavírní klávesy). Technicky i právně vzato se jedná o exemplář slonoviny, který ale postrádá obvyklé identifikační znaky a je obtížně rozpoznatelný. V UV světle takové materiály fluoreskují podobně jako slonovina či kost.

JAK IDENTIFIKOVAT SLONOVINU

Předmět, který vypadá jako vyrobený ze slonoviny, zdaleka nemusí být vyroben z klů slona afrického či indického. Může jít o jiný druh zvířete s podobným zubním materiálem (hroch, mrož, kytovci ad.), může jít o rostlinnou slonovinu, zoborožčí helmu, kost či některý z umělých materiálů. Je proto na místě pečlivá prohlídka s cílem nalézt klíčové identifikační znaky.

Obvyklým požadavkem je **nepoškození předmětu**, neboť může nastat situace, že zajištěný předmět bude vrácen držiteli, pokud je např. zjištěno, že nepochází z chráněného druhu nebo pokud jsou doloženy patřičné dokumenty. Preferovány jsou tedy **nedestruktivní metody identifikace**, které nepoškozují předmět, nevyžadují odběry vzorků a laboratorní analýzy.

Identifikační metody	
Nedestruktivní	Destruktivní
morfologie	test horkou jehlou, ohněm
UV světlo	genetika
Ramanova spektrometrie	radiouhlíkové datování
rentgenová fluorescenční spektrometrie (ED-XRF)	analýza stabilních izotopů
FTIR spektrometrie	skenovací elektronová mikroskopie (SEM)
	proteinová analýza



UV světlo

K prvotnímu screeningu a **odlišení plastových náhražek od kosti a dentinu** lze využít UV světlo.

Přírodní materiály obsahující hydroxyapatit a kolagen (slonovina, zuby, kosti) světlo odráží, a proto modře fluoreskují. Na kostěných předmětech bývají v UV světle výrazně viditelné i Haversovy kanálky patrné jako černé tečky či čárky.

Plasty a syntetické náhražky jsou obecně v UV světle inertní, nezáří, mají pouze mdlé namodralý vzhled. Existují však výjimky:

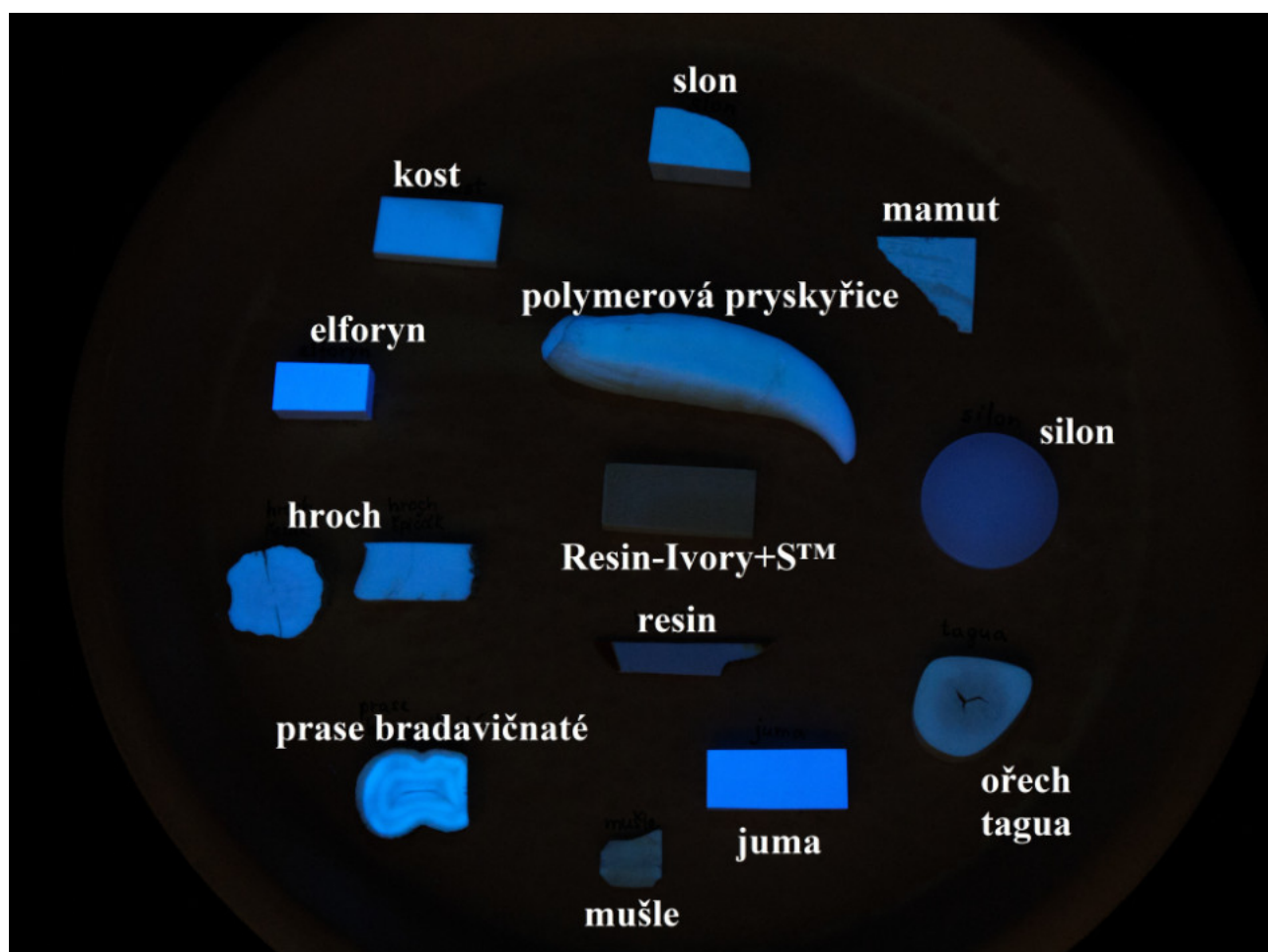
- kasein fluoreskuje podobně jako slonovina a kost
- kompozitní materiály obsahující prášek ze slonoviny či kosti rovněž fluoreskují
- juma a elforyn svítí výrazně více než slonovina (až do fialova).

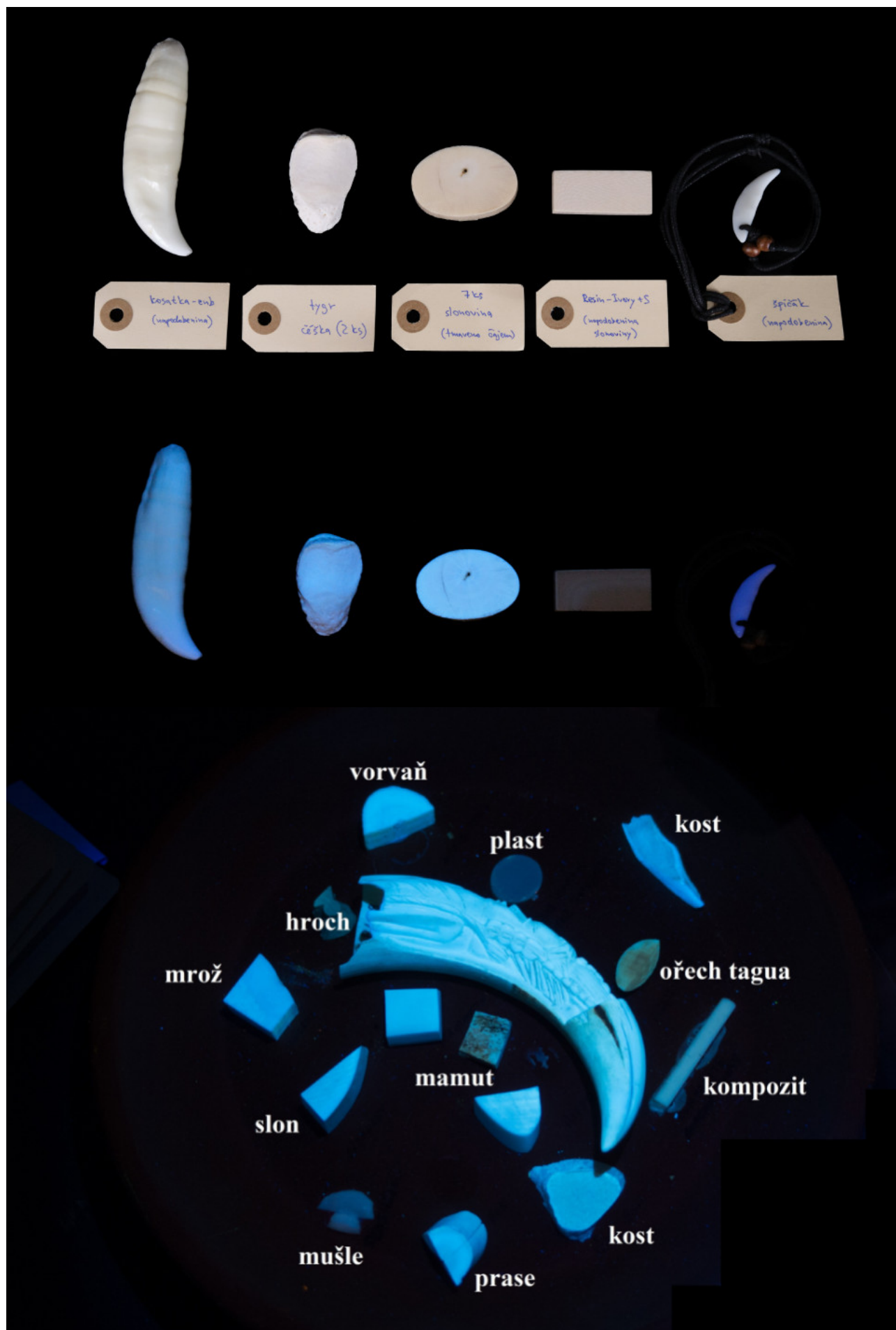


*Příprava použití rozlišení pomocí UV světla
(foto Pavla Říhová)*

Ke screeningu se používají dlouhé vlny UVA o vlnové délce od 315 do 400 nm (nejlépe 365 nm), zkoušet je nutno v tmavém prostředí. Zkoumaný předmět je nutno vždy porovnávat vůči známým materiálům (sledují se rozdíly či shoda).

Porovnání fluorescence různých materiálů v UV světle 365 nm





Test horkou jehlou, zahřátím

Jedná se o mírně destruktivní test, který demonstruje tání materiálu a vylučování charakteristického zápachu. Test lze provést na místě, kde to na předmětu není vidět (např. zespodu báze), nejedná se tudíž o významný destruktivní zásah. Touto metodou lze odlišit umělé materiály od přírodních (nelze však rozlišit kost od slonoviny, ani určit případný druh živočicha).

Při provedení se k předmětu přiloží horká jehla, která na slonovině či kosti zanechá spálený škrábanec. Plast po přiložení horké jehly taje a jehla udělá natátou díru. Syntetické materiály také emitují jiný zápach (chemický, štiplavý, kafrový, octový...). Pozor na hořlavé materiály typu celulódu!

Morfologické posouzení

Nejdůležitější metodou při identifikaci slonoviny je vizuální posouzení daného předmětu či materiálu. Zkoumána je přítomnost charakteristických struktur, váha, pocit na dotyk ad. Vhodné je využití lupy, světelného mikroskopu nebo přístroje Visual Spectral Comparator VSC 9000, který umožňuje zkoumání v různých typech světla.

Čeho si všímat při identifikaci:

- **velikost a barva předmětu**
- **celková viditelná morfologie** - zahnutí ve tvaru klu, tvar na průřezu, přítomnost dutiny cavié
- **váha předmětu** - plast je lehčí než slonovina
- **teplota na dotyk** - slonovina působí na dotyk tepleji než plast, protože má výrazně lepší tepelnou vodivost než plasty
- **povrch** - u slonoviny nebývá povrch příliš lesklý, je spíš voskovitý a hedvábnější (způsobeno hygroskopii), plast bývá více lesklý a kluzký, někdy však může být slonovina nalakována nebo potažena plastem, aby neabsorbovala vodu (např. u kosmetických dóz)
- **znaky lití** - přítomnost bublinek u odlitků, lící textura (je vhodné použít lupu, bublinky mohou být velmi malé)
- **přítomnost či absence typických znaků:**
 - charakteristické morfologické znaky na řezu - Schregerovy úhly na příčném řezu u vnějšího okraje předmětu, nepravidelné paralelní linie při podélném řezu, elipsy na kulatých oblastech řezby, praskliny v podélném směru nebo podél Owenových linií, Haversovy systémy u kosti, koncentrické linie u jiných typů zubů ad.
 - příliš precizní struktura (pokud se linky naprosto pravidelně opakují a chybí jakékoli nepravidelnosti, jde pravděpodobně o umělý materiál)
 - problémy mohou být u malých předmětů, kde znaky nejsou viditelné (pečlivá prohlídka lupou, mikroskopem)
 - při podezření na zstaření materiálu se dívat na rýhy a praskliny (zachytávání barviva, špatný směr prasklin, pokud jsou vytvářeny uměle).



Napodobenina sloního klu vyrobená odlitím, v materiálu jsou patrné bublinky (foto Pavla Říhová).

Rozlišení kosti a slonoviny

Detailní rozlišující znaky jsou blíže popsány v kapitole Náhražky – Kost. Pozor na označení „**ox bone**“ (hovězí kost), které je v současné době používáno v internetové inzerci jako krycí název pro slonovinu.

Shrnutí základních znaků kosti:

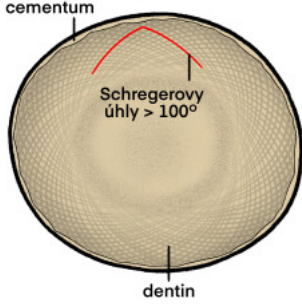
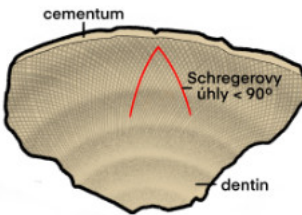
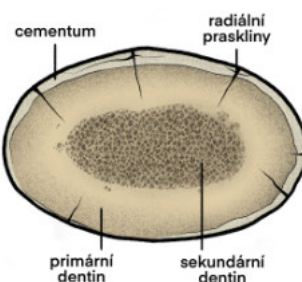
- **tvár výrobku:** většina dlouhých kostí je dutá a rovná, zatímco předměty ze slonoviny bývají mírně zahnuté (tvar klu, zubu)
- **tloušťka:** předměty vyrobené z kosti nebývají masivní (kosti jsou duté), ale lepené z malých kousků kosti (finální lepený tvar může napodobovat tvar klu)
- **hrubší povrch, přítomnost Haversových systémů** (porézní, viditelné tečky, rýhy), mikroskopicky je patrný „zrnitý“ vzhled
- **chybí morfologické znaky typické pro zuby** (Schregerovy linie, sekundární dentin, koncentrické linie, kroužek mezi cementem a dentinem ad.)
- **zpracování** (hlubší řezba naznačuje, že materiál není dutý, předměty ze slonoviny mívají vyšší kvalitu řezby)

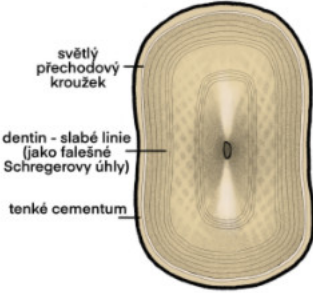
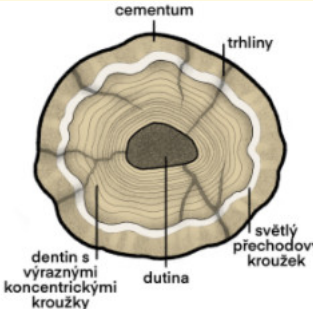
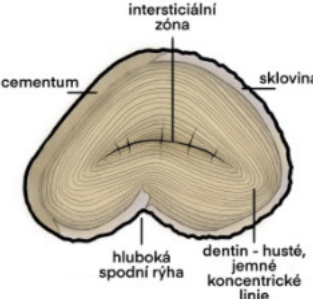
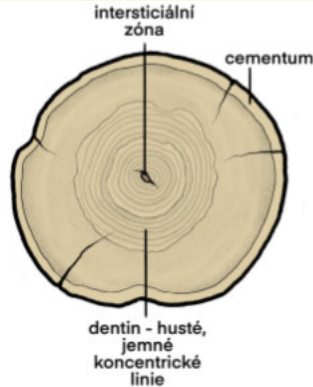
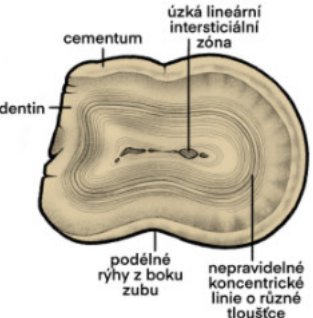
Obecně lze shrnout, že ve většině případů nemá smysl determinovat kostěné výrobky až do úrovně konkrétního druhu živočicha, neboť k výrobě bývají používány kosti domestikovaných druhů velkých kopytníků (buvoli, krávy). Pravděpodobnost použití ohrožených druhů zvířat je velmi nízká. Výjimkou mohou být kosti slonů či výrobky z kostí velryb, které podléhají úmluvě CITES.



Porovnání pravých sloních klů a napodobenin (foto Pavla Říhová)

Určení konkrétního druhu na základě morfologických znaků na řezu

Druh	Průřez zubem	Charakteristické znaky
SLON kly - horní řezáky		vnější Schregerovy úhly $> 100^\circ$
MAMUT kly - horní řezáky		vnější Schregerovy úhly $< 100^\circ$
MROŽ kly - horní řezáky		na průřezu oválný tvar, sekundární globulární dentin (mramorový vzhled), podélné praskliny
lícní zuby		malé, kolíkovité, kulatý průřez, silné cementum s výraznými kroužky, hypercementóza
VORVAŇ všechny zuby		kulatý až oválný tvar, silné cementum, koncentrické kruhy, tmavý přechodový kroužek

KOSATKA všechny zuby		oválný až obdélníkový tvar, slabé cementum, světlý přechodový proužek, v dentinu slabé linie
NARVAL kel - horní řezák		spirálovitě stočený, dutý střed, výrazné koncentrické kroužky, bílý přechodový proužek, trhliny
HROCH horní špičáky		na průřezu srdcovité, hluboká spodní rýha, jemné koncentrické linie, výrazná vyklenutá intersticiální zóna, podélné pásy skloviny
dolní špičáky		vroubkovaný povrch, trojhranný tvar, bez spodní rýhy, jemné koncentrické linie, široce vyklenutá intersticiální zóna, podélné pásy skloviny
spodní řezáky		kolíkovitý tvar, husté koncentrické linie, žádná intersticiální zóna (bod)
PRASE BRADAVIČNATÉ horní a dolní špičáky		na průřezu čtvercový tvar, podélné rýhy zboku (tvar osmičky), nepravidelné koncentrické linie, úzká rovná intersticiální zóna, podélné pásy skloviny

Další metody identifikace

K identifikaci zubů lze využít i další pokročilé metody, knimž je však zapotřebí speciální přístrojové vybavení a laboratoře. Technologie se stále vyvíjejí a objevují se nové metody a postupy. Slonovina, resp. zubní dentin, je směs minerálních a organických materiálů, mnoho laboratorních testů ji sice odliší od napodobenin či jiných materiálů, ale není schopno určit konkrétní druh zvířete (všechny dentiny jsou složením stejné, rozdíly bývají jen ve stopových prvcích a izotopech, což je v současné době předmětem výzkumu). Problémem rovněž bývá destruktivita, resp. nutnost odebrání vzorku pro analýzu, což je u cenných nebo velmi malých předmětů obtížné.

Mezi **nedestruktivní metody** identifikace patří různé typy spektrometrických metod. Existují různé druhy spektrometrů, z nichž některé jsou i mobilní. Předpokladem efektivního měření pomocí spektrometrů je existence kvalitních standardů (knihovny spekter), vůči nimž jsou výsledky porovnávány. Spektrometry identifikují chemické látky nebo prvky, z nichž je materiál složen, není však možné pomocí nich určit konkrétní druh živočicha. Obvykle jsou tedy využívány k rozpoznání falzifikátů a napodobenin.

Ramanova spektroskopie

Tato metoda využívá laserový paprsek namířený na povrch zkoumaného předmětu. Měreno je vybuzené sekundární záření, které se porovnává s knihovnou spekter (je hledána co největší shoda se známými materiály). Co se týče zubů/slonoviny, Ramanova spektrometrie detekuje vrcholy hydroxyapatitu, jejichž přítomnost vypovídá o tom, že se jedná o materiál na bázi dentinu. Měření je náročné na čistotu vzorku, povrch je proto ideální obrousit, aby měření neovlivnily nečistoty. V praxi se používají mobilní přístroje, např. TacticID nebo Progeny Resq, jejich využití je častější při detekci výbušnin, drog a jiných chemických látek. Již existují i přístroje využívající kombinaci Ramanovy spektrometrie a mikroskopie, které jsou schopny měřit materiál i v hloubce, nikoli pouze na povrchu.



Použití ED-XRF Delta spektrometru pro měření slonoviny (foto Pavla Říhová)

Rentgenová fluorescenční spektrometrie (XRF)

Tato metoda identifikuje kvantitativní prvkové složení předmětu. Funguje na principu měření energie nebo vlnové délky vracejícího se sekundárního záření. Používají se různé varianty spektrometrů, které se liší svým zaměřením. Mobilní varianty jsou např. ED-XRF Delta, ED-XRF Vanta ad. Rozlišit lze slonovinu (dentin) od kosti. Slonovina obsahuje cca 27 % vápníku (rozptyl 17-38 %), kost cca 43-44 %. Obsah fosforu je oproti tomu nižší u slonoviny (cca 15 %), u kosti 22 %.

Vibrační infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR)

Při této metodě jsou měřeny vibrace molekulárních vazeb (reakce na různé frekvence infračervené části elektromagnetického spektra). Přístroj detekuje i vodu a oxid uhličitý, vzorky proto musí být naprosto suché. Teoreticky by tato metoda mohla rozlišit slonovinu od mamutoviny díky rozdílu v obsahu vody (mamutovina obsahuje méně vody a je více mineralizovaná), ale velký vliv má i uskladnění klů, výsledky by tudíž nemohly být považovány za spolehlivé.

Destruktivní metody analýzy vyžadují odběr vzorku ze zkoumaného předmětu, vhodnější je odběr z báze či méně viditelných částí.

Genetické analýzy

Pomocí genetické analýzy je možné určit druh zvířete, populaci, individuální profil nebo příbuznost. Jedná se o poměrně drahé analýzy, které u zubů nelze provést v terénu na místě. Vzorky je vhodnější odvířovat z oblasti kolem dřevné dutiny zubu (na povrchu může být kontaminace). K analýze je třeba odebrání cca 1.5 g materiálu (300 mg na jednu extrakci, bývá nutné opakování). V samotném dentinu se nenachází žádná buněčná struktura, v dentinových tubulech zůstávají jen malé zbytky buněk odontoblastů, proto je analýza zubů náročnější na množství materiálu.

Radiouhlíkové datování

Metoda slouží k stanovení stáří předmětů, resp. doby, která uplynula od smrti jedince. Jde o drahý test vyžadující specializované vybavení a přístroje (urychlovačový hmotnostní spektrometr). Měření vyžaduje složitou kalibraci (liší se pro severní a jižní polokouli, pro suchozemské či mořské prostředí apod.) a odběr vzorku o váze cca 200 mg. Vzorky mohou být snadno kontaminovány (např. přítomností residuí olejů, vosků, barev či pryskyřic).

Je nutno brát v potaz, že výrobky ze slonoviny mohou být vyrobeny z materiálu různého stáří (např. z důvodu pozdějších oprav).

Analýza stabilních izotopů

Metoda slouží k ověření geografického původu živočišného materiálu. Principem je analýza různých izotopů, které jsou ukládány do tkání organismu v průběhu jeho života. Jde o složitou metodu prováděnou pouze ve specializovaných laboratořích. Testování může být ovlivněno kontaminací předmětu z prostředí (např. není vhodné pro zakopané kly, které absorbují minerály z půdy).

Proteomika

Proteomické metody jsou založené na analýze proteinů, z nichž některé mohou být druhově specifické. Výhodné je, že proteiny jsou trvanlivější než DNA a přetrvávají i v destruovaných materiálech, kde je DNA zcela zničena (spálené, vařené, chemicky zpracované materiály apod.). Metodu je možné využít k identifikaci druhů (pokud je známa druhově specifická proteinová sekvence), mimo jiné i v archeologii při zkoumání degradovaných materiálů, např. kurčování druhů zvířat ze zbytků kostí (Zooarchaeology Mass Spectrometry ZooMS).

Analýzován je primárně kolagen, zjištěné peptidové sekvence jsou měřeny pomocí hmotnostní spektrometrie a srovnávány s databázemi. Z hlediska výzkumu jde o nákladnější metodu, než je genetická analýza, jakmile jsou však druhově specifické sekvence známy, samotná měření jsou již levná. I když vyžaduje odběr vzorku, je metoda v zásadě nedestruktivní, neboť je zapotřebí pouze minimální vzorek (stačí předmět otřít měkkou gumou, z níž se pak molekuly elektrostaticky sejmu). Tímto způsobem lze získat vzorky i ze starožitného nábytku či velmi cenných předmětů, aniž by musely být přemísťovány (např. při ověřování materiálů v muzeích).

Přehled kategorií ochrany u materiálů podobných slonovině

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
slon africký <i>Loxodonta africana</i>	CITES I (vyjma populací v Botswaně, Namibii, Jihoafrické republice a Zimbabwe, které jsou pro určité účely zařazeny v CITES II)	A (vyjma populací v Botswaně, Namibii, Jihoafrické republice a Zimbabwe, které jsou pro určité účely zařazeny v B)
slon pralesní <i>Loxodonta cyclotis</i>	v seznamech CITES dosud zařazen jako slon africký	v seznamech EU dosud zařazen jako slon africký
slon indický <i>Elephas maximus</i>	CITES I	A
mamut srstnatý <i>Mammuthus primigenius</i>	není chráněn, vyhynulý druh	není chráněn, vyhynulý druh
mrož lední <i>Odobenus rosmarus</i>	CITES III (Kanada)	B
narval jednorohý <i>Monodon monoceros</i>	CITES II	A
vorvaň obrovský <i>Physeter macrocephalus</i>	CITES I (Island, Japonsko, Norsko a Palau mají vznesenu výhradu*)	A
kosatka dravá <i>Orcinus orca</i>	CITES II	A
hroch obojživelný <i>Hippopotamus amphibius</i>	CITES II	B
prase bradavičnaté <i>Phacochoerus aethiopicus</i>	nechráněný druh	nechráněný druh
prase savanové <i>Phacochoerus africanus</i>	nechráněný druh	nechráněný druh
prase divoké <i>Sus scrofa</i>	nechráněný druh	nechráněný druh
prase pralesní <i>Hylochoerus meinertzhageni</i>	nechráněný druh	nechráněný druh
štetkoun šedý <i>Potamochoerus larvatus</i>	nechráněný druh	nechráněný druh
babirusa celebeská <i>Babyrusa babyrussa</i>	CITES I	A
dugong indický <i>Dugong dugon</i>	CITES I (Palau má vznesenu výhradu*)	A
zoborožec helmový <i>Rhinoplax vigil</i>	CITES I	A
ořech tagua <i>Phytelephas macrocarpa</i>	nechráněný druh	nechráněný druh

* Po dobu platnosti vznesené výhrady je členská země úmluvy CITES formálně považována za nesmluvní stranu, pokud jde o obchod s dotyčným druhem. Vzhledem k problémům, jež výhrady způsobují při implementaci, je doporučeno, aby země, které vznesly výhrady k zařazení druhu do přílohy I, s tímto druhem zacházely, jako by byl v příloze II.

ŠELMY • CARNIVORA

Převážná většina šelem je masožravá, k čemuž jsou uzpůsobeny i jejich zuby. Hlavním rysem chrupu jsou **výrazné a protáhlé špičáky** zejména u velkých druhů kočkovitých, psovitých a medvědovitých šelem, které slouží kudrzení a usmrcení kořisti. Charakteristickým rysem u většiny druhů je také **trhákový komplex** (trháky, carnassials), což jsou dva zvětšené zuby (P^4 a M_1) na každé straně čelisti. Tyto zuby slouží jako nůžky k odkraiování kusů masa. Jsou stranově zploštělé, mají ostré, střížné okraje a při sevření čelisti do sebe přesně zapadají na skus.

Šelmy mají úplný chrup, který se skládá z 28-50 zubů. Počet a typ zubů je druhově specifický. Determinace konkrétního druhu je snazší, pokud jsou zuby součástí lebky (např. u preparovaných exemplářů) a je tudíž možné využít determinační znaky lebky a celkový zubní vzorec. Při kontrole a zjišťování počtu zubů v lebce je **nutno kontrolovat nejen přítomné zuby, ale počítat i případné zuby chybějící, tj. díry po zubech**. Zejména malé zuby mohou po vypreparování z lebky snadno vypadnout.

Určování druhu na základě jednotlivých samostatných zubů je náročné, je zapotřebí kombinovat velikost, tvar a přítomnost specifických znaků. V mnoha případech je však morfologická determinace možná pouze do úrovně čeledi či rodu a ke stanovení konkrétního druhu je nutno využít analýzu DNA.



Skupina mladých lvů, národní park Pilanesberg, Jihoafrická republika (foto Pavla Říhová)

Kočkovité šelmy

Felidae



Kočkovité šelmy (Felidae) se v současné době rozdělují na dvě podčeleďi:

- **velké kočky • Pantherinae**
- **malé kočky • Felinae**

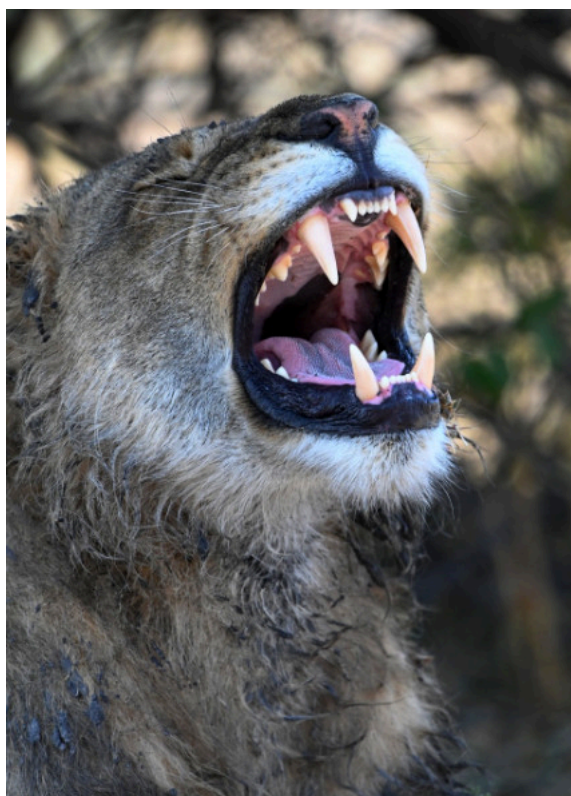
Jde cca o 40 druhů, které jsou všechny řazeny minimálně do přílohy CITES II a B dle práva EU. V tabulce níže jsou uvedeny pouze druhy spadající pod některou z vyšších úrovní ochrany (CITES I, A).

Největší kočkovitou šelmou je tygr, zejména tygr ussurijský (*Panthera tigris altaica*). Samci mohou vážit až 300 kg (foto Richard Jaroněk).

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
tygr <i>Panthera tigris</i>	CITES I	A
lev pustinný <i>Panthera leo</i>	CITES I - pouze populace v Indii CITES II – ostatní populace (stanovena nulová roční vývozní kvóta pro vzorky kostí, části kostí, výrobky z kostí, drápy, kostry, lebky a zuby odebrané z volné přírody a obchodované pro komerční účely. Roční vývozní kvóta pro kosti, části kostí, výrobky z kostí, drápy, kostry, lebky a zuby pro komerční účely pocházející z chovu v zajištění v Jihoafrické republice bude stanovena a oznámena každoročně sekretariátu CITES)	A – populace v Indii B – ostatní populace
levhart sněžný irbis <i>Panthera uncia</i>	CITES I	A
jaguár americký <i>Panthera onca</i>	CITES I	A
levhart skvrnitý <i>Panthera pardus</i>	CITES I	A
puma americká <i>Puma concolor</i>	CITES I - pouze populace v Kostarice a Panamě CITES II – ostatní populace	A – pouze populace v Kostarice a Panamě B – ostatní populace

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
gepard štlhlý <i>Acinonyx jubatus</i>	CITES I (roční vývozní kvóty pro živé exempláře a lovecké trofeje jsou: Botswana 5; Namibie 150; Zimbabwe 50)	A
levhart obláčkový <i>Neofelis nebulosa</i>	CITES I	A
levhart Diardův <i>Neofelis diardi</i>	CITES I	A
rys ostrovid <i>Lynx lynx</i>	CITES II	A v ČR je rys ostrovid silně ohroženým druhem dle vyhlášky 395/1992 Sb.
rys pardálový <i>Lynx pardinus</i>	CITES I	A
karakal <i>Caracal caracal</i>	CITES I	A - pouze populace v Asii B - ostatní populace
kočka divoká <i>Felis silvestris</i>	CITES II	A v ČR je kočka divoká kriticky ohroženým druhem dle vyhlášky 395/1992 Sb.
ocelot velký <i>Leopardus pardalis</i>	CITES I	A
ocelot stromový <i>Leopardus tigrinus</i>	CITES I	A
margay <i>Leopardus wiedii</i>	CITES I	A
kočka slaništní <i>Leopardus geoffroyi</i>	CITES I	A
kočka horská <i>Leopardus jacobita</i>	CITES I	A
ocelot jižní <i>Leopardus guttulus</i>	CITES I	A
kočka mramorovaná <i>Pardofelis marmorata</i>	CITES I	A
kočka bengálská <i>Prionailurus bengalensis bengalensis</i>	CITES I – poddruh <i>bengalensis</i> (pouze populace v Bangladéši, Indii a Thajsku) CITES II – ostatní populace	A - poddruh <i>bengalensis</i> (pouze populace v Bangladéši, Indii a Thajsku) B – ostatní populace
kočka krátkouchá <i>Prionailurus bengalensis euptilurus</i>	CITES II	A

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
kočka plochočelá <i>Prionailurus planiceps</i>	CITES I	A
kočka cejlonská <i>Prionailurus rubiginosus</i>	CITES I	A
kočka Temminckova <i>Catopuma temminckii</i>	CITES I	A
kočka černonohá <i>Felis nigripes</i>	CITES I	A
jaguarundi <i>Herpailurus yagouaroundi</i>	CITES I - pouze populace ve Střední a Severní Americe CITES II – ostatní populace	A - pouze populace ve Střední a Severní Americe B - ostatní populace



Pro kočkovité šelmy jsou typické výrazné, ostré, dlouhé špičáky (foto Richard Jaroněk).

Zuby kočkovitých šelem

Kočkovité šelmy jsou zcela adaptovány na masožravou potravu a lov kořisti. Mají **malý počet zubů**, většina druhů má v trvalém chrupu **30 zubů**, pouze rody rys (*Lynx*) a karakal (*Caracal*) mají v trvalém chrupu 28 zubů (chybí jim horní premoláry P²). U ostatních kočkovitých šelem jsou P² v horní čelisti přítomné, ale jedná se o drobné zoubky, které po vypreparování často z lebky vypadnou.

Premoláry P₁ a P₂ v dolní čelisti chybí, vzniká tak výrazná **diastema**, která je při zavřené čelisti vyplněna horním špičákem (délka mezery odpovídá velikosti horního špičáku).

V mléčném chrupu mají kočkovité šelmy 26 zubů (rys a karakal 24). Mléčný chrup se liší především nepřítomností stoliček, jiným tvarem premolárů a menšími a ostřejšími špičáky.

Zubní vzorec trvalého chrupu $\frac{3 \ 1 \ 3 \ 1}{3 \ 1 \ 2 \ 1}$

Zubní vzorec mléčného chrupu $\frac{3 \ 1 \ 3}{3 \ 1 \ 2}$

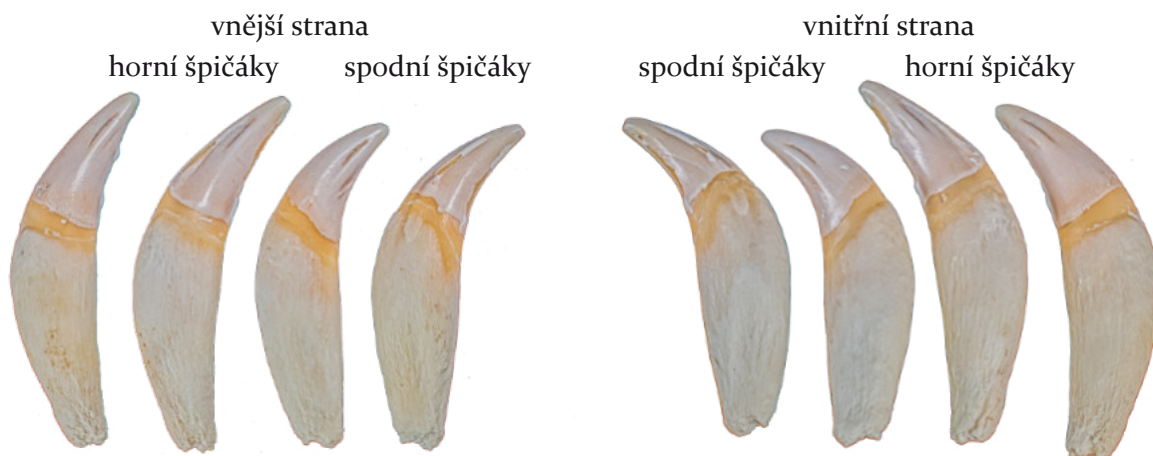
Řezáky

Řezáky u kočkovitých šelem jsou drobné, tupé, tvarem připomínají kolík nebo dláto. Slouží k okusování zbytků masa z kostí a při péči o srst. Mezi třetím horním řezákem I³ a špičákem je malá diastema (zapadá do ní spodní špičák při zavřené tlamě).

Špičáky

Jedná se o velké, silné a dlouhé zuby, s ostrou špičkou a postranními hranami na korunce a s masivními kořeny. Na průřezu jsou kulaté, v korunce lehce zakřivené, často mají podélné drážky z vnější i vnitřní strany. U velkých šelem rodu *Panthera* mohou špičáky měřit až 12 cm (tygr, lev). Slouží k uchopení a usmrcení kořisti.

Horní špičáky bývají delší a tenčí než spodní špičáky (kratší a více zahnuté). Hranice mezi korunkou a kořenem je u horních špičáků téměř rovná, u dolních šikmá.



Špičáky dospělého lva: Horní špičáky jsou delší, s rovnou hranicí mezi korunkou a kořenem. Spodní špičáky jsou kratší, více zahnuté, hranice je šikmá (foto Dominika Formanová).

Horní špičáky bývají větší a plynule zahnuté do oblouku. Spodní špičáky jsou menší, oblouk není plynulý, zub se více ohýbá dozadu, když vystupuje ven z kosti. Kočkovité šelmy mívají na špičácích **podélné rýhy**, které jsou viditelné díky tmavšímu zbarvení (lev, tygr, levhart, rýhy nebývají u jaguára viz tabulka dále). Typické jsou **2 hrany**: dolní hrana (v místě nejkratšího oblouku), boční hrana (na straně špičáku dovnitř do tlamy, u báze je hrbolek).



Špičáky tygra ussurijského mohou měřit až 12 cm. Jedná se o silné zuby s masivními kořeny. Na korunce jsou viditelné podélné drážky, které mívají tmavší barvu. Vlevo spodní špičák, vpravo horní špičák (foto Pavla Říhová).

Při vysychání (preparaci) mají špičáky tendenci podélně praskat, výrazně častěji praskají u mladých zvířat (foto Dominika Formanová).

V horních špičácích mohou být hluboké rýhy vzniklé v důsledku stereotypního chování (chytání zuby za mřížku či pletivo klece). Rýhy mohou být částečně překryté zubním kamenem (foto Dominika Formanová).

Špičáky větších kočkovitých šelem by mohly být zaměněny se špičáky medvědů:

- **kočkovité šelmy** – zub je masivní, spíše ale štíhlejší, ostře špičatý, na průřezu kulatý, více napřímený, mívá podélné rýhy (nikoli u všech druhů)
- **medvědovité šelmy** – zub je robustní, ne tak špičatý, bývá více zahnutý, na průřezu má spíše oválný nebo zploštělý tvar, nemívá podélné drážky.

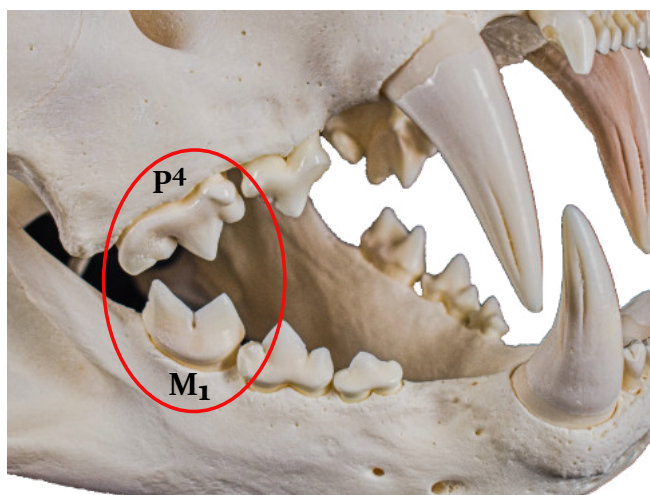


Porovnání tvaru špičáků: zleva tygr, medvěd malajský (uříznutý kořen), levhart skvrnitý mandžuský (foto Dominika Formanová).

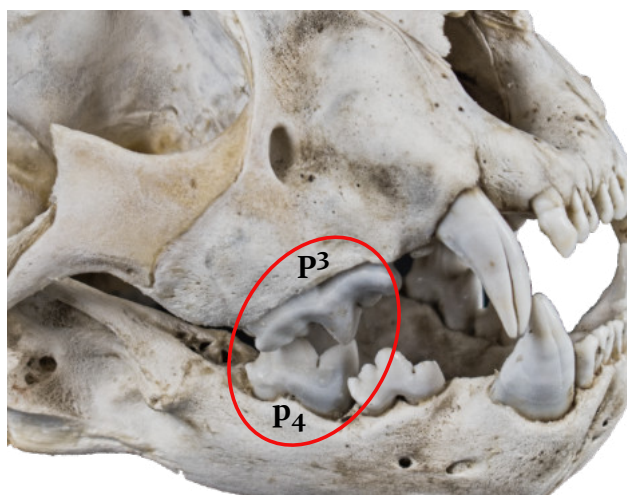
Třenové zuby (premoláry) a stoličky

Zuby nacházející se za špičáky slouží k trhání a ukrajování masa. Na každé straně čelistí se nachází zvětšené párové zuby s ostrými střížnými okraji, které působí proti sobě jako nůžky a slouží k odkrajování svaloviny. Jde o tzv. **trhákový komplex** (trháky, carnassials), který v trvalém chrupu tvoří poslední premolár P_4 v horní čelisti a první stolička M_1 v dolní čelisti.

Trhákový komplex je vytvořen již v mléčném chrupu, přestože vypadá velmi podobně jako v trvalém chrupu, je tvořen jinými zuby (v mléčném chrupu nejsou přítomny stoličky). Jde o premoláry p^3 a p_4 .



Trháky dospělého tygra (P_4 a M_1) (foto Dominika Formanová)



Trháky v mléčném chrupu tygra (p^3 a p_4) (foto Dominika Formanová)

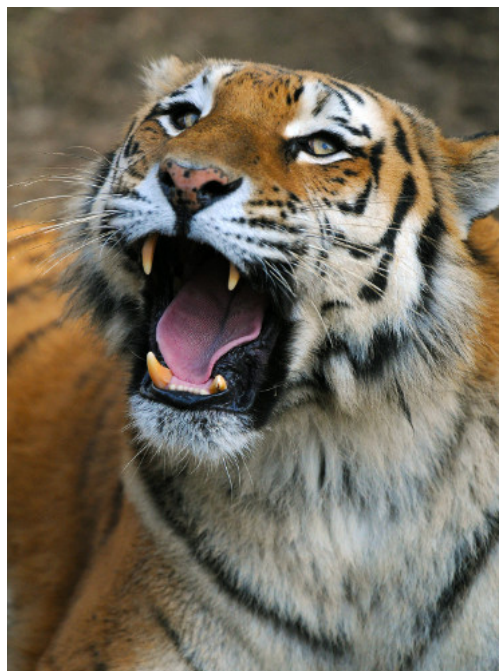
Špičáky jednotlivých druhů velkých kočkovitých šelem

Tygr • *Panthera tigris*

Špičáky tygrů patří mezi největší mezi kočkovitými šelmami.

Charakteristické znaky tygřích špičáků:

- **dlouhé** (poměr délky C^1 k celkové délce lebky a poměr délky C_1 k délce spodní čelisti je vyšší než u lva)
- délka horního špičáku **8-12 cm**
- **mírně zahnuté**, konkávní zakřivení spodních špičáků začíná na okraji skloviny
- **průřez kulatý až mírně bočně zploštělý**
- vnitřní strana je **méně konvexní**
- **hrany** více výrazné a **ostřejší**
- **podélné rýhy** jsou delší a mělké
- u horních špičáků 2 podélné rýhy zvnější a 2 zvnitřní strany, u dolních 1 zvnější strany (mohou být i 2, ale druhá je vtom případě slabší a nevýrazná), zvnitřní žádná
- mláďata rýhy na špičácích nemají, mléčné špičáky jsou více zploštělé.



Tygři mají největší špičáky mezi kočkovitými šelmami (foto Richard Jaroněk).



Tygří spodní špičák s masivním kořenem a podélnými rýhami na korunce (foto Dominika Formanová)



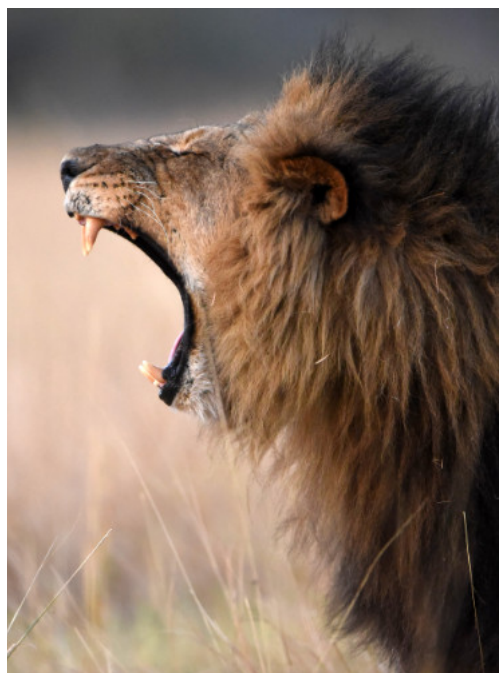
Lebka a spodní čelist dospělého tygra (foto Dominika Formanová)

Lev pustinný • *Panthera leo*

Lví špičáky mohou být zaměnitelné s tygřími.

Charakteristické znaky lvích špičáků:

- **kratší** (poměr délky C_1 k celkové délce lebky a poměr délky C_1 k délce spodní čelisti je menší než u tygra)
- délka horního špičáku **8-12 cm**
- **mírně zahnuté**, konkávní zakřivení spodních špičáků začíná mírně nad základnou skloviny
- **průřez kulatý**, **ze stran zploštělý**, zaoblenější než u tygra
- vnitřní strana špičáků **více konvexní**
- **hrany méně ostré**
- **podélné rýhy** jsou kratší a hlubší
- u horních špičáků 2 podélné rýhy z vnější a 2 z vnitřní strany, u dolních 1 z vnější strany (mohou být 2, v tom případě je druhá nevýrazná a slabší), z vnitřní žádná
- mléčné špičáky nemají rýhy a jsou více zploštělé.



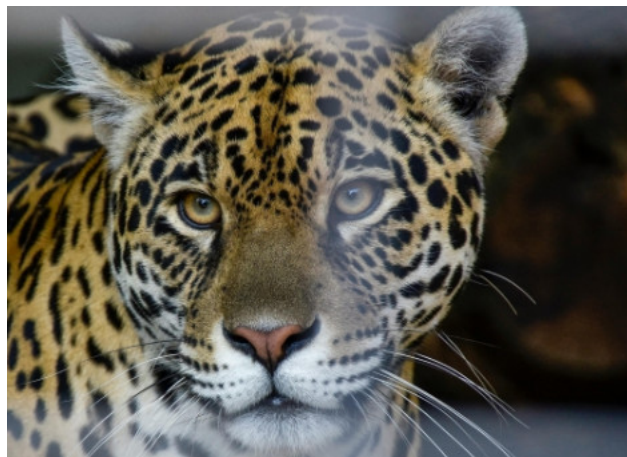
Dospělý lví samec má mohutné špičáky srovnatelné s tygřími (foto Richard Jaroněk).



Lebka a spodní čelist dospělého lva (foto Dominika Formanová)

Jaguár americký • *Panthera onca*

Jaguáři mají v poměru ke své tělesné velikosti nejsilnější špičáky mezi kočkovitými šelmami. Jsou schopni prokousnout lebku ulovené kořisti, krunýř velkých želv i tvrdou krokodýlí kůži. Velikostně mohou být jejich špičáky srovnatelné s malým tygrem či lvem.



Jaguár americký *Panthera onca* (foto Adrian Vieri, Pexels)

Charakteristické znaky jaguářích špičáků:

- **masivní**
- délka horního špičáku **7-9 cm**
- **mírně zahnuté**, konkávní zakřivení spodních špičáků začíná přibližně uprostřed korunky
- **průřez kulatý**, nejsou ze stran zploštělé jako u ostatních druhů rodu *Panthera*
- **podélné rýhy chybí** nebo jsou nevýrazné.



Lebka a spodní čelist dospělého jaguára – na špičácích nebývají podélné rýhy (foto Dominika Formanová)

Přítomnost rýh na špičácích (dle Jiangzuo a Liu, 2020)

		lev	tygr	jaguár	levhart oblačkový
Horní špičáky	rýhy na vnější straně	vždy 2	obvykle 2, výjimečně 1 (6 %)	1 (59 %) nebo žádná	vždy 2
	rýhy na vnitřní straně	2 nebo 1 (50 %)	vždy 2	žádné	vždy 2
Dolní špičáky	rýhy na vnější straně	1, výjimečně 2 (7 %)	vždy 1	většinou 1 (86 %)	1 nebo 2 (57 %)
	rýhy na vnitřní straně	obvykle žádné, výjimečně 1 (15 %)	obvykle žádné, výjimečně 1 (13 %)	žádné	obvykle 0, někdy 1 (23 %)

Levhart skvrnitý • *Panthera pardus*

Levharti mají výrazně štíhlejší špičáky než lvi, tygři a jaguáři. Velikostně mohou být srovnatelné s malým tygrem či lvem.

Charakteristické znaky levhartích špičáků:

- štíhlé
- celková délka horního špičáku 6-7,5 cm
- mírně zahnuté, konkávní zakřivení spodních špičáků začíná přibližně uprostřed korunky
- podélné rýhy přítomné.



Levhart skvrnitý perský, *Panthera pardus saxicolor* (foto Jiří Šafář)



Lebka a spodní čelist dospělého levharta skvrnitého mandžuského, *Panthera pardus orientalis* (foto Dominika Formanová)



Šperk ze špičáku levharta skvrnitého mandžuského, levhartí špičáky se často používají jako náhražka špičáků tygra (foto Dominika Formanová)

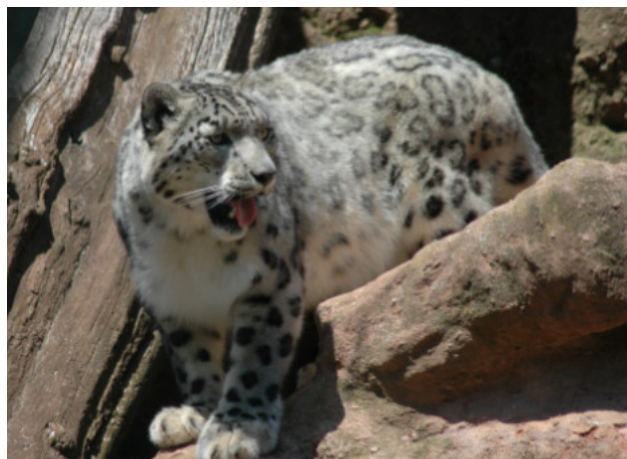
Levhart sněžný, irbis

• *Panthera uncia*

Charakteristické znaky špičáků irbise:

- celková délka horního špičáku 5,5 - 7 cm
- **průřez kulatější** než u levharta, méně stlačený
- **jemné podélné rýhy**
- mezi špičáky a premoláry není téměř žádná mezera.

Levhart sněžný v ZOO Plzeň (foto Jiří Šafář)



Lebka a spodní čelist dospělého levharta sněžného (foto Dominika Formanová)

Levhart obláčkový • *Neofelis nebulosa*

Jde o druh s proporcionálně nejdelšími špičáky („šavlozubá kočka“). Loví velkou kořist, tlamu otevře v úhlu až 100° (lev pouze 65°).

Charakteristické znaky špičáků levharta obláčkového:

- špičáky **dlouhé, úzké, výrazně tenké** po celé délce
- celková délka horního špičáku 5,5 - 8 cm
- **podélné rýhy přítomné**
- u horních špičáků 2 rýhy z vnější a 2 z vnitřní strany, u dolních 1 z vnější strany.



Levhart obláčkový (foto Klub Boks, Pexels)



Lebka a spodní čelist levharta obláčkového, špičáky jsou dlouhé, tenké a výrazně šavlovité (foto Dominika Formanová)

Puma americká • *Puma concolor*

Puma má krátké silné špičáky, často mohou být i proporcionálně silnější než u lva a tygra, zejména ve střední části korunky.

Charakteristické znaky špičáků pumy:

- **krátké a velmi silné**
- celková délka horního špičáku 4,5 - 7 cm
- základna zubu u kořene na průřezu kulatá
- **podélné drážky chybí** nebo jsou nevýrazné.



Puma americká, ZOO Bremerhaven (foto J. Šafář)



Lebka a spodní čelist dospělé pumy, špičáky jsou krátké a robustní (foto Dominika Formanová)

Gepard štíhlý • *Acinonyx jubatus*

Charakteristické znaky špičáků geparda:

- špičáky **relativně krátké**
- celková délka horního špičáku 4,5 - 5,5 cm
- **podélné rýhy chybí**.



Gepard, Jihoafrická republika (foto Pavla Říhová)



Lebka a spodní čelist dospělého geparda (foto Dominika Formanová)

Ocelot velký • *Leopardus pardalis*

Charakteristické znaky špičáků ocelota:

- špičáky výrazně **menší**
- celková délka **3–4,5 cm**
- podélné rýhy bývají přítomné



Ocelot velký (foto Victor Landaeta, Pexels)



Lebka a spodní čelist dospělého ocelota velkého (foto Dominika Formanová)

Rys ostrovid • *Lynx lynx*

Rys má menší počet zubů než ostatní druhy kočkovitých šelem, v horní čelisti chybí premoláry P². V trvalém chrupu je 28 zubů.

Charakteristické znaky špičáků rysa:

- celková délka horního špičáku **4,5 - 5,5 cm**
- **výrazné podélné rýhy.**



Rys ostrovid karpatský (foto Jiří Šafář)



Lebka a spodní čelist dospělého rysa (foto Dominika Formanová)

Určení stáří dle zubů

Stáří jedince lze nejpřesněji stanovit u mláďat v období růstu a dospívání na základě vývoje a prořezávání mléčného, resp. trvalého chrupu. U velkých kočkovitých šelem je celkový růst a vývoj zubů ukončen ve 2.-3. roce věku. Věk starších zvířat lze morfologicky ze zubů odhadnout již jen orientačně, především dle míry opotřebení a zažloutlého zbarvení zubů. Přesnější určení je možné na základě laboratorních metod, při nichž je však zub poškozen či zničen. Nejčastěji je používána mikroskopická analýza přírůstků zubního cementu zkoumaná na výbrusech zubních kořenů.



Hlava mladého tygra zabavená v rámci Operace Trophy v ČR. Věk byl odhadnut dle stavu přezubování na cca 1 rok. Viditelné jsou mléčné špičáky i prořezávající se špičáky trvalé (foto Vít Lukáš).

Z jednotlivých špičáků lze orientačně odhadnout stáří na základě **stavu dřevné dutiny**. Dřevná dutina je u živého zubu vyplněná inervovanou a prokrvenou zubní dřeví, která vyživuje zub a produkuje dentin. U mladých zvířat je dřevná dutina zubu směrem k bázi otevřená. S rostoucím věkem vrstva dentinu narůstá, dřev mizí a dřevná dutina se zmenšuje a uzavírá. Podle stavu uzavření dřevné dutiny špičáků je možné odhadnout věk. Uzavírání dutiny u horních špičáků začíná mezi 28.-36. měsícem života, dolní špičáky se uzavírají později, u samic dochází k uzavírání dutiny dříve než u samců.



Špičák 3letého jaguára, dřevná dutina je dosud otevřená



Špičáky dospělého lva, dřevné dutiny jsou uzavřené, vyplněné dentinem (foto Dominika Formanová)

Na preparovaných špičácích často vznikají **podélné praskliny**. Nejvíce praskají zuby mladých zvířat, u nichž je dosud v zubech dřevná dutina (zuby nejsou zcela vyplněny pevným dentinem, proto jsou při vysychání náchylnější k prasknutí). Podélně prasklé špičáky tak mohou být znakem toho, že zub pochází z mladého zvířete. K poškození zubů může dojít také v průběhu preparace. Pokud jsou špičáky olámané a popraskané, hrany zlomenin ostré a na zubech nejsou žádné známky hojení, jde pravděpodobně o poškození vzniklé při zpracování. Ubroušené či zlomené špičáky, na nichž jsou hrany zaoblené, příp. se známkami hojení a přírůstky sekundárního dentinu, svědčí o vzniku poškození zubu v průběhu života zvířete.

Změny zubů v průběhu života velkých kočkovitých šelem

(převzato od Smuts, 1978, dle výzkumu na lvech, ale obecně platí i pro další velké kočkovité šelmy)

1-3 týdny	Mléčné zuby neprořezané (založené uvnitř čelistí).
2.-3. týden	Prořezává i^1 , i_1 .
4. týden	Prořezává i^2 , i_2 , c.
4.-5. týden	Prořezává i^3 , i_3 .
1.-2. měsíc	Prořezává p^3 , p_4 , potom obvykle p_3 , potom p^4 .
2.-3. měsíc	Prořezává p^2 , mléčný chrup je kompletně prořezaný.
4.-8. měsíc	Mléčný chrup dorůstá do definitivní velikosti, od 7. měsíce mohou začít prořezávat řezáky.
9.-11. měsíc	I^1 , I_1 , I^2 , I_2 nahrazují i^1 , i_1 , i^2 , i_2 .
12.-14. měsíc	I^3 , I_3 nahrazují i^3 a i_3 , horní i spodní C začínají prořezávat, zatímco mléčné c zůstávají v čelistech, M_1 , P^2 a následně P^4 začínají prořezávat.
15.-17. měsíc	P^3 , P_3 a P_4 nahrazují p^3 , p_3 a p_4 , prořezává M^1 , všechny trvalé zuby již jsou viditelné.
18.-24. měsíc	Kompletně prořezaný trvalý chrup, pouze špičáky mohou dorůstat ještě 3. rok.
3.-4. rok	Kompletní trvalý chrup, minimální známky opotřebení, zuby čistě bílé.
cca od 7. roku	Na všech zubech viditelné známky opotřebení a objevuje se zažloutlé zbarvení.
cca od 10. roku	Všechny zuby opotřebené, špičáky často zbroušené na tupé pahýly, časté zlomeniny špičáků i dalších zubů.



Lebky šavlozubých koček rodu *Smilodon* a *Machairodus* (foto Pavla Říhová)

Šavlozubé kočky:

Extrémně zvětšené špičáky se v evoluci objevily u různých skupin živočichů. Šavlovité zuby měl např. jihoamerický vačnatec *Thylacosmilus*, jehož špičáky dosahovaly délky až 20 cm. Nejznámější jsou však tzv. šavlozubé kočky podčeledi Machairodontinae (rody *Smilodon*, *Homotherium*, *Machairodus* ad.), jejichž špičáky mívaly délku 20-30 cm. Dlouhé šavlovité zuby sloužily k efektivnějšímu proražení silné kůže a svaloviny kořisti, byly však poměrně křehké, háklivé na boční tlak a hrozilo jejich zlomení (simulace prokázaly, že tyto zuby byly 3-6x křehčí, než zuby běžných šelem). Šlo o vysoce specializovanou adaptaci uzpůsobenou

k přesnému zabíjení, která však byla výhodná jen pro určitý typ kořisti (velká zvířata s tlustou kůží). Šavlozubé šelmy byly na vrcholu potravního řetězce, ale vysoká specializace je činila zranitelnými. Jejich vyhynutí je přičítáno změně ekosystémů a úbytku velkých zvířat.

Použití zubů kočkovitých šelem

Špičáky velkých kočkovitých šelem byly tradičně používány jako **symboly a talismany** dodávající svému nositeli sílu a odvahu. Náhrdelníky se zuby nosili úspěšní lovci v Jižní Americe (jaguár), Africe (lev, levhart) i v Asii (tygr).

V současné době jsou špičáky velkých koček stále velmi cenným zbožím. Nejvíce ceněné a poptávané jsou **špičáky tygra**, který je v asijských kulturách považován za symbol síly, odvahy a moci.



Náhrdelník z jaguářích zubů, Náprstkovo muzeum
(foto Pavla Říhová)



Typický šperk s tygřím špičákem
(foto Dominika Formanová)

Tygří zuby byly tradičně používány jako amulety a talismany, které měly magickou moc, chránily před zlými duchy a přinášely štěstí. Nošení přívěsků s tygřím špičákem také vyjadřovalo status a bojovnost nositele a jeho rodiny (tygří síla měla přecházet na nositele jeho zuby). Tato víra přetrvává dodnes, zvláště ve vietnamské komunitě jsou tygří zuby považovány za symbol síly, odvahy, moci, mají přinášet štěstí a prosperitu.

Špičáky bývají vsazeny do kovové báze ze zlata či stříbra a zavěšeny na šňůrce či řetízku. Vzhledem k víře v posílení síly odvahy a bojovnosti je přívěsek se špičákem tygra jedním z oblíbených atributů členů **vietnamské mafie**.



Pašované tygří špičáky a drápy zabavené na letišti v Praze Ruzyni v zavazadle vietnamského cestujícího
(foto Dominika Formanová)



Zuby velké kočkovité šelmy zajištěné při realizaci v ČR (foto Pavla Říhová)

Poptávka po tygřích špičácích je obrovská, cena může být až několik tisíc dolarů za jeden zub. Bývají často pašovány. Vzhledem k vysoké poptávce se lze setkat i s použitím špičáků jiných druhů šelem, příp. sumělymi napodobeninami. Napodobeniny mohou být vyrobeny z kosti, slonoviny, pryskyřice, plastu, dřeva ad.



Simulovaný „tygří špičák“ vyrobený z obráceného a upraveného tygřího premoláru, kterému byl odříznut jeden z kořenů. Zabaveno na letišti v Praze Ruzyni (foto Dominika Formanová).



Šperk se špičákem levharta zabavený na letišti v Praze Ruzyni (foto Dominika Formanová)



Zdobená lebka levharta zabavená na letišti Heathrow, UK (foto Pavla Říhová)

Psovité šelmy

Canidae

Z psovitých šelem čeledi Canidae jsou úmluvou CITES chráněny pouze některé druhy, viz níže (v tabulce jsou uvedeny druhy s vyšším stupněm ochrany).

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
vlk obecný <i>Canis lupus</i>	CITES I - populace z Bhútánu, Indie, Nepálu a Pákistánu CITES II - všechny ostatní populace (* Severní Makedonie má vznesenou výhradu) Ochrana nezahrnuje domestikovanou formu a psa dingo, kteří jsou uváděni jako <i>Canis lupus familiaris</i> a <i>Canis lupus dingo</i>	A - všechny populace s výjimkou populací ve Španělsku na sever od řeky Douro a v Řecku na sever od 39. rovnoběžky B - pouze populace ve Španělsku na sever od řeky Douro a v Řecku na sever od 39. rovnoběžky. v ČR je vlk kriticky ohroženým druhem dle vyhlášky 395/1992 Sb.
vlček etiopský <i>Canis simensis</i>	CITES I	A
pes pralesní <i>Speothos venaticus</i>	CITES I	A

* Po dobu platnosti vznesené výhrady je členská země úmluvy CITES formálně považována za nesmluvní stranu, pokud jde o obchod s dotyčným druhem.

V přílohách CITES II/B

jsou dále zařazeny druhy:

maikong • *Cerdocyon thous*

pes hřivnatý • *Chrysocyon brachyurus*

dhoul • *Cuon alpinus*

pes horský • *Lycalopex culpaeus*

pes Darwinův • *Lycalopex fulvipes*

pes argentinský • *Lycalopex griseus*

pes pampový • *Lycalopex gymnocercus*

liška kana • *Vulpes cana*

a **fenek** • *Vulpes zerda*

V příloze CITES III pro Indii je zařazena

liška džunglová • *Vulpes bengalensis*.



Vlk obecný (foto Jiří Šafář)

Zuby psovitých šelem

Psovité šelmy jsou fakultativní masožravci, kteří kromě masa konzumují i rostlinnou potravu. Menší kořist (např. hlodavce) chytají samostatně a usmrcují ji kousnutím nebo prudkým zatřepáním. Velkou kořist obvykle loví štváním ve smečkách. Při dostižení ji znehybní prokousnutím hrdla nebo břicha, následně strhnou na zem a roztrhají.

Psovité šelmy mají **velký počet zubů**. Většina druhů má v trvalém chrupu **42 zubů**, v mléčném 28 zubů. Mléčný chrup se od trvalého liší nepřítomností stoliček a prvních premolárů P₁ a P₁. Mléčné zuby jsou menší a ostřejší než trvalé.

Zubní vzorec trvalého chrupu: $\frac{3 \ 1 \ 4 \ 2}{3 \ 1 \ 4 \ 3}$

Zubní vzorec mléčného chrupu: $\frac{3 \ 1 \ 3}{3 \ 1 \ 3}$



Špičáky psovitých šelem jsou kratší a více zakřivené než u kočkovitých šelem. Vlk obecný (foto Jiří Šafář)

Řezáky

Jedná se o malé zuby používané při péči o srst, k vykusování parazitů a odhryzávání zbytků masa z kostí. Horní krajní řezáky I³ jsou větší a tvoří společně se špičáky tzv. **zámek** (spodní špičák přesně zapadá do mezery mezi horním špičákem a I³). Zámek umožňuje pevné uchopení a sevření kořisti.



Zámek tvořený zvětšeným I³ a špičáky. Lebka vlka obecného (foto Pavla Říhová)

Špičáky

Psovití mají **velké a zakřivené** špičáky, které slouží jako háky umožňující zachytit a udržet kořist a vytrhávat kusy masa.

Charakteristické znaky špičáků psovitých:

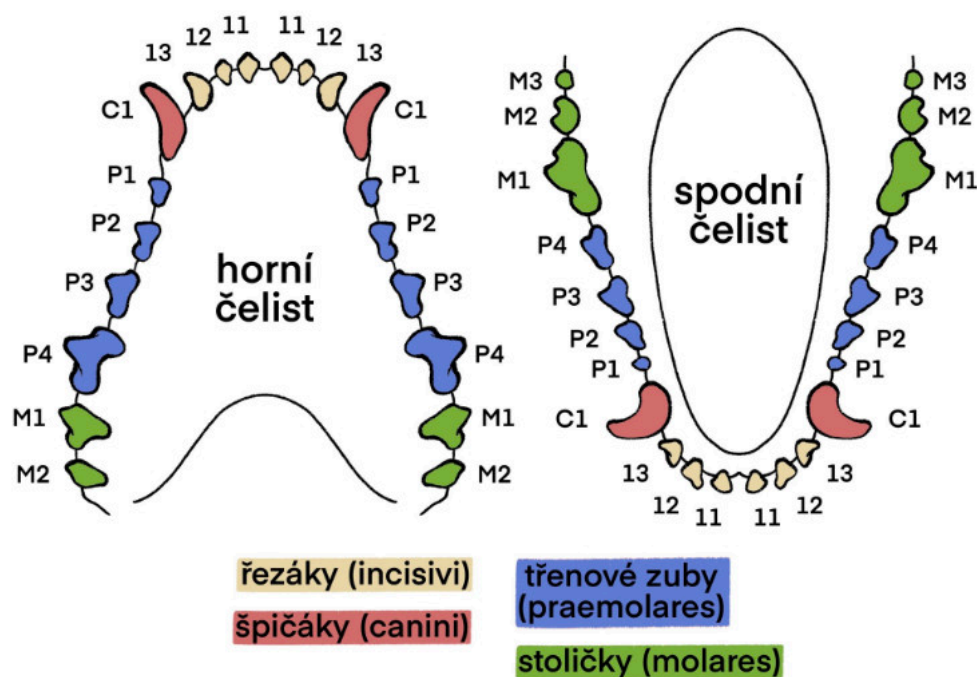
- **menší než u velkých kočkovitých šelem a hyen**
- **více zakřivené**
- spíše **tupé** (nejtupější z šelem)
- **na průřezu mají eliptický tvar** (zboku jsou zploštělé)
- kořeny jsou slabší než u ostatních čeledí (konec kořene bývá úzký a špičatý).

Třenové zuby

Premoláry psovitých mají **ostré hrany** a slouží k odřezávání masa, jsou často stranově stlačené a špičaté.

Stoličky

Stoličky jsou adaptovány na rozmělnování tvrdé potravy. Tvar stoličky M₁ (součást trhákového komplexu) se liší u jednotlivých druhů v závislosti na typu potravy.



Typická stavba chrupu psovitě šelmy (kresba David Říha)

Poslední premolár P^4 a první stolička M_1 jsou velmi výrazné a vytváří tzv. **trhákový komplex** (trháky, carnassials). Jde o párové zvětšené zuby se střížnými okraji sloužící k ukrajování svaloviny a drcení kostí. V mléčném chrupu je trhákový komplex tvořen premolárem p^3 a p_4 (v mléčném chrupu nejsou stoličky). U psa ušatého (*Otocyon megalotis*) trhákový komplex není vyvinut.

Špičáky psovitých šelem

Zuby psovitých šelem nejsou zdaleka tak často využívány a obchodované jako špičáky velkých kočkovitých šelem. Psí zuby se obvykle používaly k dekorativním či ochranným účelům, na Papui náhrdelníky ze psích zubů sloužily i jako platidlo. Nejčastěji lidé využívali **vlčí zuby**, které byly nošeny jako amulety a ozdoby, nebo sloužily k rituálním a magickým účelům. Vlčí zuby se objevovaly v kulturách Severní Ameriky, v Evropě a na Středním východě. Jejich nošení ve formě talismanů či ozdob souviselo s pověrami, ochranou proti zlým silám a nemocem, jednalo se i o symboliku síly. Během renesance byly vlčí zuby upevněné ve stříbře zavěšovány kolem krku kojenců, aby je chránily před nebezpečím a podpořily růst dětských zubů. Špičáky lišek se dávaly do amuletů, aby přinášely důvtip, rychlost, obratnost a ochranu. V šamanských rituálech někdy symbolizovaly schopnost skrývání.

Lidé zabíjeli vlky již před 10 000 lety, protože představovali hrozbu pro jejich hospodářská zvířata. V Evropě byli vlci systematicky loveni a vybíjeni po staletí, což vedlo k jejich úplnému vyhubení v mnoha zemích. Do začátku 20. století vlk zcela zmizel ze západní a střední Evropy. V Čechách pocházejí poslední záznamy o zastřelení vlka z let 1907 a 1908 a na Moravě z roku 1914. Díky přísné ochraně se koncem 20. století začali vlci do mnoha zemí Evropy vracet. Na Moravě se znovu objevili v letech 1994-1995 (Beskydy), v Čechách pak kolem roku 2000 a v roce 2014 bylo potvrzeno první rozmnožování. Populace se postupně zvětšuje, narůstají však také snahy o jejich opětovnou likvidaci a časté jsou případy pytláčení. Lebky a kůže vlků jsou považovány za cenné lovecké trofeje. Náhrdelníky a talismany z vlčích zubů se v našich zemích již prakticky nepoužívají.

Vlk obecný • *Canis lupus*

Vlk má v trvalém chrupu 42 zubů.

Charakteristické znaky vlčích zubů:

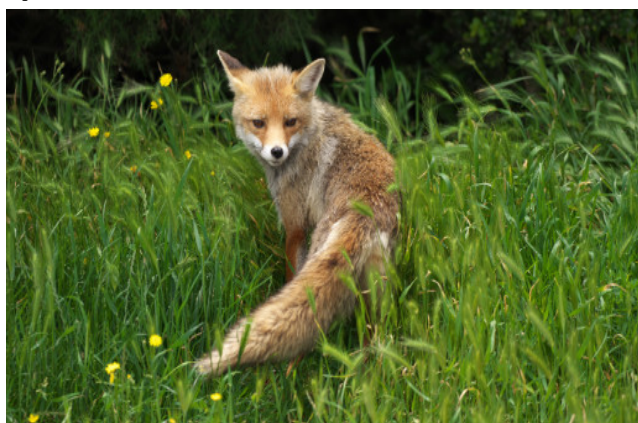
- špičáky **silné, hákovitě mírně zakřivené dozadu**
- celková délka špičáků může být až **6,5 cm** (velikostně se může blížit až pumě)
- konce špičáků jsou **tupé**
- konec kořene špičáku je velmi úzký a končí špičkou
- řezáky malé, těsně u sebe, v horní i dolní čelisti tvoří kompaktní oblouk
- řezáky a špičáky mají malé ostré hřebeny
- **výrazný trhákový komplex**



Chrup dospělého vlka obecného. Viditelné jsou robustní, tupé špičáky a výrazný trháček P⁴ (první premolár P¹ je na preparátu vypadlý) (foto Pavla Říhová).

Liška obecná • *Vulpes vulpes*

Liška má v trvalém chrupu 42 zubů. Špičáky jsou dlouhé (2,5-3,5 cm) a tenké, za horními špičáky je výrazná mezera.



Liška obecná (foto Pavla Říhová)



Špičáky lišky jsou dlouhé a tenké (foto Dominika Formanová).

Vlk rudý, dhoul • *Cuon alpinus*

Dhoul má menší počet zubů (40) než ostatní psovitě šelmy. Špičáky jsou silné a relativně krátké. Trhákový komplex je výrazný a masivní, jde o adaptaci výhradně na masožravou stravu.

Pes pralesní • *Speothos venaticus*

Pes pralesní má obdobně jako dhoul menší počet zubů (40). Špičáky a trhákový komplex jsou velké a masivní (adaptace na výhradně masožravou stravu).

Pes ušatý • *Otocyon megalotis*

Pes ušatý má více zubů než ostatní psovitě šelmy. Trvalý chrup má 46-50 zubů (zvýšený počet stoliček, největší počet stoliček ze všech placentálních savců). Jeho chrup je přizpůsobený hmyzožravé stravě, kterou z největší části tvoří termiti. Všechny zuby má menší, tupější, s menší schopností stříhat svalovinu. Stoličky jsou spíše ploché s hrbolky. Trhákový komplex chybí.

Vlk hřivnatý • *Chrysocyon brachyurus*

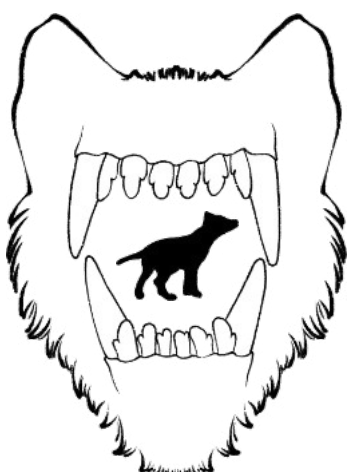
Vlk hřivnatý má v trvalém chrupu 42 zubů. Špičáky jsou relativně dlouhé a tenké, trhákový komplex je nevýrazný.

Určení stáří vlka dle stavu zubů

Vlčí štěňata se rodí bezzubá, mléčné zuby se začínají prořezávat mezi 2. a 4. týdnem věku. Ve 3 měsících jsou již všechny mléčné zuby plně prořezány. Mléčné zuby jsou menší a mají sklovinu šedivě bílé barvy, která se liší od barvy skloviny trvalých zubů. Trvalé zuby jsou založené pod mléčnými a postupně mléčné zuby vytlačují. Výměna zubů začíná během 4. měsíce. Nejprve dochází k výměně řezáků, potom vyrůstají třenové zuby, stoličky a špičáky. Trvalé špičáky mohou narůstat před mléčnými špičáky, přičemž ty ještě nevypadávají, a štěně má dočasně v tlamě mléčné i trvalé špičáky. Kompletní trvalý chrup je prořezaný u většiny jedinců v 6 měsících.

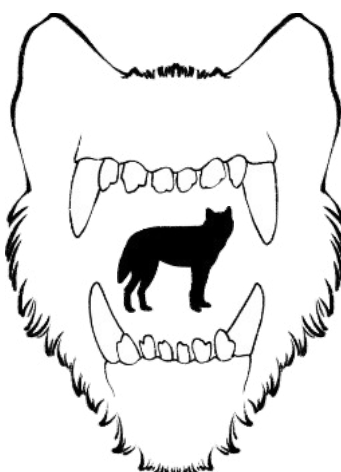
Určení věku podle zubů u dospělých jedinců

Převzato od Brasington et al. (2023, 2024) (kresba David Říha, foto Dominika Formanová)



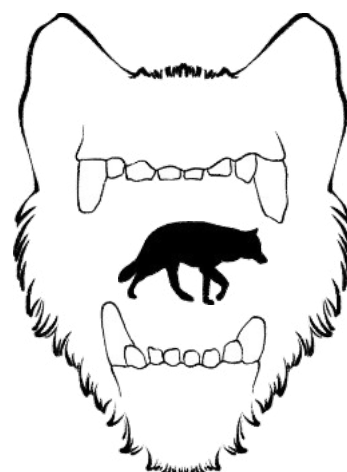
mladý vlk
cca 2 roky

U mladých zvířat tvoří korunka horních řezáků 3 lalůčky, hlavní středový a 2 malé postranní (liliovitý tvar). Dolní řezáky mají na korunce 2 lalůčky. Špičáky jsou dlouhé, s výraznou špičkou. Všechny zuby jsou čistě bílé, bez viditelného opotřebení.



dospělý vlk
cca 6 let

Na vrcholcích a výčnělcích zubů je patrné opotřebení. Hlavní laloky řezáků jsou obroušené, liliovitý tvar horních řezáků je méně patrný. Špičáky jsou otupené, vrchol je zaoblený. Na zubech se mohou objevovat praskliny či zlomeniny.



starý vlk
cca 10 let a více

Zuby jsou značně opotřebené. Vrcholky řezáků jsou ubroušené do rovné linie (o polovinu původní délky), liliovitý tvar zaniká. Špičáky jsou výrazně zbroušené. Zuby jsou silně zažloutlé. Časté jsou praskliny a zlomeniny zubů.



Medvědovité šelmy

Ursidae

Do čeledi Ursidae patří 8 druhů medvědů, všechny druhy jsou chráněny úmluvou CITES minimálně v příloze CITES II.

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
medvěd hnědý <i>Ursus arctos</i>	CITES I - populace v Bhútánu, Číně, Mexiku a Mongolsku a poddruh <i>Ursus arctos isabellinus</i> (medvěd plavý) CITES II - všechny ostatní populace a poddruhy	A v ČR je medvěd hnědý kriticky ohroženým druhem dle vyhlášky 395/1992 Sb.
medvěd ušatý <i>Ursus thibetanus</i>	CITES I	A
medvěd brýlatý <i>Tremarctos ornatus</i>	CITES I	A
medvěd pyskatý <i>Melursus ursinus</i>	CITES I	A
medvěd malajský <i>Helarctos malayanus</i>	CITES I	A
panda velká <i>Ailuropoda melanoleuca</i>	CITES I	A
medvěd lední <i>Ursus maritimus</i>	CITES II	B
medvěd baribal <i>Ursus americanus</i>	CITES II	B



Medvěd hnědý při lovu lososů, Kamčatka (foto Arthur Sniegon)

Zuby medvědovitých šelem

Většina medvědů je všežravá, výhradním masožravcem je pouze medvěd lední. Medvěd pyskatý se živí převážně hmyzem (termity, mravenci), panda velká a medvěd brýlatý jsou býložravé druhy.

Medvědi mají **výrazné špičáky**, ale **nejsou u nich téměř vyvinuté trháky**. Mezi špičáky a premoláry je obvykle mezera (diastema). Výrazná diastema je u medvěda hnědého, baribala a ledního. Medvěd ušatý, pyskatý a malajský mají diastemu menší (panda a medvěd brýlatý diastemu nemají). Stoličky jsou široké, bez ostrých hran, uzpůsobené k drcení vláknité potravy.

Medvědi mají typicky v trvalém chrupu **42 zubů**, ale často bývá počet premolárů nižší čili počet může být 34-42 zubů. V mléčném chrupu je 28 zubů.

Zubní vzorec trvalého chrupu: $\frac{3 \ 1 \ 2-4 \ 2}{3 \ 1 \ 2-4 \ 3}$

Zubní vzorec mléčného chrupu: $\frac{3 \ 1 \ 3}{3 \ 1 \ 3}$

Řezáky

Řezáky medvědů jsou robustní, často lopatkovité. Horní řezák I³ je zvětšený a vytváří spolu se špičáky **zámek** sloužící k uchopení a držení kořisti. Mezi řezáky a horním špičákem je mezera, do níž zapadá spodní špičák.

Špičáky

Charakteristické znaky špičáků medvědovitých:

- robustní, dlouhé, kuželovité a více ohnuté dozadu než u psovitých či kočkovitých
- korunka je oproti kořeni subtilnější
- na průřezu jsou oválné, **stranově stlačené**
- **nemají podélné rýhy** jako kočkovité šelmy
- na sklovině mohou být jemné hnědé prstence (některé druhy)
- za špičáky bývá **široká diastema** (medvěd hnědý, baribal, lední).



Medvěd hnědý, ZOO Děčín (foto Jiří Šafář)



Typický zámek v chrupu medvěda ledního. Špičáky jsou masivní, bez podélných rýh (foto Pavla Říhová).



U medvěda hnědého, baribala a ledního je za špičáky široká mezera, stoličky medvědů mají odlišný tvar než jiné šelmy. Lebka medvěda hnědého (foto Pavla Říhová).



Špičáky medvěda hnědého jsou více zahnuté dozadu než špičáky kočkovitých šelem. Na sklovině mohou být tenké hnědé prstence (foto Dagmar Mirzoev).

Třenové zuby

Premoláry jsou **ploché s hrbolky**. Trhákový komplex není vyvinutý.

U medvědů obvykle dochází k částečné redukci premolárů, čímž vzniká v čelisti **velká mezera** (diastema). Někdy se část třenových zubů vůbec nevyvine, nebo vyrostou jako malé zoubky schované v dásni, případně vypadnou během života.

Stoličky

Stoličky jsou široké a zploštělé s hrbolky pro drcení potravy. Postrádají výrazné ostré hrany.

Extrémním případem potravní adaptace jsou stoličky pandy velké, které jsou velice široké a masivní (drcení bambusu).



Spodní čelist medvěda hnědého. Patrná je absence části premolárů, velká diastema, slabě vyvinutý první premolár a ploché stoličky (foto Dominika Formanová).

Špičáky jednotlivých druhů medvědů



Náhrdelník z medvědíků špičáků, Náprstkovo muzeum
(foto Pavla Říhová)

Medvědí zuby byly v historii používány jako ozdoby ukazující status úspěšného lovce (čím více zubů v náhrdelníku, tím úspěšnější lovec), jako amulety a talismany ochraňující svého nositele či jako součást obřadních masek. Symbolizovaly sílu, ochranu a plodnost. Jen zřídka byly vyřezávány, obvykle se pouze leštily a vyvrtávala se dírka pro zavěšení. Inuité používali zuby ledních medvědů také pro výrobu dětských chraštítek.

Klíčové oblasti používání medvědíků zubů byly Severní Amerika, Evropa, Japonsko a Asie. V českých zemích lidé nosili medvědí masky včetně zubů během masopustu a při lidových slavnostech.

V současné době se samotné medvědí zuby objevují pouze ojediněle, bývají však součástí loveckých trofejí. Samostatné špičáky jednotlivých druhů medvědů nelze morfologicky spolehlivě rozeznat, pro určení druhu je nutno provést analýzu DNA.

Medvěd hnědý • *Ursus arctos*

Medvěd hnědý má velké a silné špičáky, které jsou lehce zahnuté dozadu. Samci mají špičáky větší než samice. Celková délka špičáků může být 5-10 cm, v závislosti na poddruhu a velikosti zvířete (největší špičáky má kodiak a grizzly).

Na konci špičáků medvěda hnědého mohou být jemné hnědé prstence (foto Zdeněk Novák).

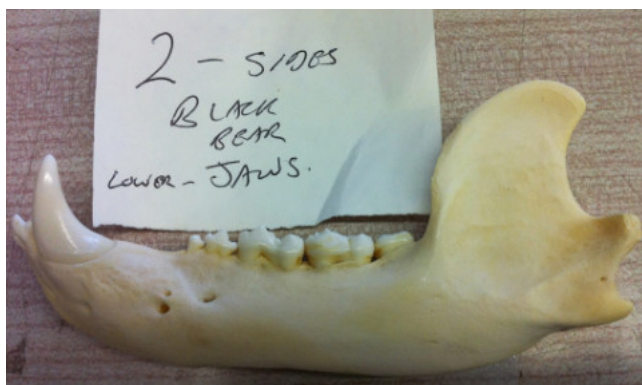


Medvěd baribal, černý • *Ursus americanus*

Špičáky baribala jsou spíše kratší a méně robustní než u medvěda hnědého. Celková délka je 4-6 cm.



Medvěd černý (Arthur Sniegón)



Spodní čelist baribala (foto Zdeněk Novák).

Medvěd lední • *Ursus maritimus*

Jde o výhradního masožravce s velmi **robustními a velkými špičáky**, které mají tvar **kolíku** a jsou **lehce zahnuté dozadu**. Někdy na špičácích mohou být podélné praskliny. Jeho stoličky jsou oproti medvědu hnědému celkově menší a užší.



Medvěd lední, Kanada (foto Arthur Sniegon)



Chrup medvěda ledního (foto Pavla Říhová)

Medvěd pyskatý • *Melursus ursinus*

Vzhledem k potravní adaptaci (konzumace termitů a mravenců sáním) medvědu pyskatému chybí z horní přední řezáky (I^1). Stoličky jsou velmi drobné (nejdrobnější z medvědů).



Medvěd pyskatý (Reagan Dsouza, Pexels)



Chrup medvěda pyskatého (foto Pavla Říhová)

Medvěd malajský • *Helarctos malayanus*

Medvěd malajský je nejmenším druhem medvěda. Vzhledem k velikosti lebky má velmi výrazné a dlouhé špičáky.



Medvěd malajský (foto Jiří Šafář)



Lebka medvěda malajského
(foto Zdeněk Novák)

Panda velká • *Ailuropoda melanoleuca*

Panda velká je čistě býložravá, žije se bambusem. Má **malé špičáky**, za nimiž chybí mezera (diastema). **Stoličky jsou velmi široké** (nejmasivnější ze všech medvědů) se specifickým tvarem (požírání bambusu).



Panda velká, ZOO Singapur (foto Pavla Říhová)



Lebka pandy velké (foto Zdeněk Novák)



Stoličky pandy velké jsou velmi masivní a mají specifický tvar (foto Zdeněk Novák).

Medvěd brýlatý • *Tremarctos ornatus*

Medvěd brýlatý je převážně býložravý druh. Má kompletní chrup (třenové zuby bez redukce), zuby jsou nahuštěné k sobě, bez mezery (diastemy). Špičáky jsou **menší, široké** u kořene, kořen je plochý.



Medvěd brýlatý, ZOO Vídeň (foto Jiří Šafář)



Lebka medvěda brýlatého (foto Zdeněk Novák)

Medvěd ušatý • *Ursus thibetanus*

Medvěd ušatý je téměř výhradní býložravec. Špičáky jsou robustní, premoláry bývají zachované (někdy zmenšené). Horní P⁴ má trojúhelníkovitý tvar.



Medvěd ušatý (foto Picasjoe, Pexels)



Lebka medvěda ušatého (foto Zdeněk Novák)

Hyenovit  šelmy

Hyaenidae

 eled' hyenovit  má pouze 4 druhy, taxonomicky se dělí na 2 podčeledi:

- **hyeny** • **Hyaeninae** – hyena skvrnit  (*Crocota crocuta*),  ihan  (*Hyaena hyaena*) a  abrakov  (*Parahyaena brunnea*)
- **hyenky** • **Protelinae** – hyenka h ivnat  (*Proteles cristata*).

Do p iloh  mluvy CITES pat i pouze hyena  ihan  a hyenka h ivnat .

Hyeny skvrnit , NP Kruger (foto Pavla   ihov )



	P�iloha CITES (k roku 2025)	P�iloha EU (k roku 2025)
hyena �ihan� <i>Hyaena hyaena</i>	CITES III - P�akistan, od r. 2026 CITES II	C, od r. 2026 B
hyenka h�ivnat� <i>Proteles cristata</i>	CITES III - Botswana	C

Zuby hyenovit ch šelem

Hyeny • Hyaeninae

Hyeny jsou maso rav  a mají **extr mn  siln  a robustní zuby**, kter  pou ivaj  k drcení silných kostí kořisti.  pi  ky jsou ku elovit  a siln , trhákový komplex v razn  vyvinut . Hyeny mají **men i počet stoliček**. V trval m chrupu je celkem 34 zubů, v ml  n m chrupu 32 zubů.

Zubní vzorec trvalého chrupu:

$$\begin{array}{c} 3 \ 1 \ 4 \ 1 \\ \hline 3 \ 1 \ 3 \ 1 \end{array}$$

Zubní vzorec mléčného chrupu:

$$\begin{array}{c} 3 \ 1 \ 4 \\ \hline 3 \ 1 \ 4 \end{array}$$



Hyeny skvrnit  (foto Elize Bezuidenhout, Pexels)



Masivn  zuby hyeny skvrnit  s výraznými trháky (foto Pavla   ihov )



Hyena žíhaná (foto Jiří Šafář)



Chrup hyeny žíhané (foto Pavla Říhová)



Hyena čabráková (foto Jiří Šafář)



Chrup hyeny čabrákové (foto Pavla Říhová)

Hyenka hřivnatá • *Proteles cristata*

Hyenka je nejmenší z hyen, jde o potravního specialistu, žíví se výhradně hmyzem. Chrup je odlišný od ostatních hyen, třenové zuby a stoličky jsou malé a kolíkovité. Počet premolárů je snížený.

Zubní vzorec trvalého chrupu:
$$\frac{3 \ 1 \ 3 \ 1}{3 \ 1 \ 1-2 \ 1-2}$$



Hyenka hřivnatá (foto Derek Keats, Pexels)



Specifický chrup hyenky hřivnaté (foto Pavla Říhová)

Použití zubů hyen

Již ve starověkém Egyptě sloužily zuby hyen jako magické pomůcky při léčbě nemocí a jako ochrana před zlými duchy. V některých afrických a arabských kulturách byla hyena symbolem síly a její zuby lidé nosili jako součást šperků, ozdob a amuletů. Hyení zuby byly používány i při různých rituálech, v magii a tradičním léčitelství.

V Africe se lze s ochrannými amulety obsahujícími hyení zuby dodnes setkat.



Hyena žíhaná (foto Regan Dsouza, Pexels)

Ploutvonožci

Pinnipedia

Ploutvonožci jsou masožraví savci přizpůsobení životu ve vodě. Taxonomicky se dělí na 3 čeledi:

- **mrožovití** • **Odobenidae**, blíže viz kapitola Mrož
- **tuleňovití** • **Phocidae**
- **lachtanovití** • **Otariidae**

Úmluvou CITES je chráněno pouze několik druhů.

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
mrož lední <i>Odobenus rosmarus</i>	CITES III - Kanada	B
rypouš sloní <i>Mirounga leonina</i>	CITES II	B
tuleň <i>Monachus</i> spp. (všechny druhy rodu)	CITES I	A
lachtan ostrovní <i>Arctocephalus philippii</i>	CITES II	A
lachtan guadalupský <i>Arctocephalus townsendi</i>	CITES I, od r. 2026 CITES II	A, od r. 2026 B
lachtan <i>Arctocephalus</i> spp. (všechny druhy rodu)	CITES II	B



Mladí rypouši sloní, Argentina (foto Pavla Říhová)

Zuby lachtanů a tuleňů

Lachtani a tuleni mají velké, silné špičáky. Třenové zuby a stoličky jsou **homodontní** (stejný vzhled, nerozlišitelné), v zubním vzorci se zapisují dohromady (označené jako „postcanini“). Trhákový komplex chybí. V trvalém chrupu je **34-38 zubů**. Mléčné zuby jsou velmi malé a obvykle jsou resorbovány ještě před narozením, nebo během několika týdnů po něm.

Zubní vzorec trvalého chrupu:

$$\begin{array}{c} 2-3 \ 1 \ 5-6 \\ \hline 3 \ 1 \ 5 \end{array}$$



Kolonie lachtanů jihoafrických (foto Pavla Říhová)

Tuleni • Phocidae

Špičáky tuleňů mají kolíkovitý až kónický tvar a velkou dřevnou dutinu. Postcanini jsou špičaté, s ostrými výběžky, u některých druhů mají velmi specifické tvary. V trvalém chrupu bývá 32-36 zubů.

Obyvatelé Arktidy tradičně používají špičáky tuleňů jako **přívěsky, ozdoby** či k výrobě špičatých nástrojů. Někdy bývá do zubů vyřezáván reliéf.



Tuleň leopardí *Hydrurga leptonyx*
(foto Pavla Říhová)



Tuleň kuželozubý *Halichoerus gryphus*
(foto Dominika Formanová)



Tuleň krabožravý *Lobodon carcinophaga*. Navzdory svému jménu se tento druh neživí kraby, specificky tvarované zuby slouží k filtraci krillu a drobných rybek (foto Dominika Formanová).





Tuleň grónský *Pagophilus groenlandicus*
(foto Dominika Formanová)



Tuleň obecný *Phoca vitulina*
(foto Dominika Formanová)

Lachtani • Otariidae

Špičáky lachtanů jsou velmi robustní, kuželovité, mírně zahnuté dozadu, s masivními kořeny. Celková délka špičáků může být u velkých samců až 13 cm. Zuby za špičáky (postcanini) jsou kónické a lehce zploštělé. V trvalém chrupu je obvykle 36-38 zubů.



Lachtan kalifornský *Zalophus californianus*



Lachtan medvědí *Callorhinus ursinus*



Rypouš sloní *Mirounga leonina*



Lachtan hřivnatý *Otaria byronia*
(vše foto Pavla Říhová)



Zuby samců rypoušů sloních jsou obrovské a masivní (foto Pavla Říhová)



Lachtan jihoafrický Arctocephalus pusillus
(foto Dominika Formanová)



Lachtan hřivnatý Otaria byronia
(foto Pavla Říhová)



Špičáky lachtana hřivnatého (foto Pavla Říhová)



Špičáky rypouše sloního (foto Pavla Říhová)



Lachtan jihoafrický Arctocephalus pusillus (foto Tomáš Kotouč)

Zubní vzorce šelem

	Rod nebo druh	$\frac{I\ C\ P\ M}{I\ C\ P\ M}$	Celkem	Anomálie
Pandy malé <i>Ailuridae</i>	<i>Ailurus</i>	$\frac{3\ 1\ 3\ 2}{3\ 1\ 4\ 2}$	38	
Psovití <i>Canidae</i>	<i>Cuon</i> a <i>Speothos</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 2}{3\ 1\ 4\ 2}$	40	<i>Speothos</i> $\frac{3\ 1\ 4\ 1}{3\ 1\ 4\ 2}$
	<i>Alopex</i> , <i>Atelocynus</i> , <i>Canis</i> , <i>Cerdocyon</i> , <i>Chrysocyon</i> , <i>Dusicyon</i> , <i>Lycaon</i> , <i>Nyctereutes</i> , <i>Pseudalopex</i> , <i>Urocyon</i> a <i>Vulpes</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 2}{3\ 1\ 4\ 3}$	42	
	<i>Otocyon</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 4}{3\ 1\ 4\ 5}$	50	$\frac{3\ 1\ 4\ 3}{3\ 1\ 4\ 4}$
Skunkovití <i>Mephitidae</i>	<i>Conepatus</i>	$\frac{3\ 1\ 2\ 1}{3\ 1\ 3\ 2}$	32	
	<i>Mephitis</i> a <i>Spilogale</i>	$\frac{3\ 1\ 3\ 1}{3\ 1\ 3\ 2}$	34	
	<i>Mydaus</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 1}{3\ 1\ 4\ 2}$	38	
Lasicovití <i>Mustelidae</i>	<i>Poecilogale</i>	$\frac{3\ 1\ 2\ 1}{3\ 1\ 2\ 1}$	28	
	<i>Enhydra</i>	$\frac{3\ 1\ 3\ 1}{2\ 1\ 3\ 2}$	32	
	<i>Mellivora</i>	$\frac{3\ 1\ 3\ 1}{3\ 1\ 3\ 1}$	32	
	<i>Amblonyx</i> , <i>Aonyx</i> , <i>Eira</i> , <i>Galictis</i> , <i>Ictonyx</i> , <i>Lyncodon</i> , <i>Mustela</i> a <i>Vormela</i>	$\frac{3\ 1\ 3\ 1}{3\ 1\ 3\ 2}$	34	
	<i>Mustela strigidorsa</i>	$\frac{3\ 1\ 3\ 1}{3\ 1\ 4\ 2}$	36	
	<i>Lontra</i> , <i>Lutra</i> , <i>Lutrogale</i> a <i>Pteronura</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 1}{3\ 1\ 3\ 2}$	36	<i>Lutra</i> $\frac{3\ 1\ 3\ 1}{3\ 1\ 3\ 2}$
	<i>Arctonyx</i> , <i>Gulo</i> , <i>Martes</i> , <i>Meles</i> , <i>Melogale</i> a <i>Taxidea</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 1}{3\ 1\ 4\ 2}$	38	<i>Meles</i> $\frac{3\ 1\ 3\ 1}{3\ 1\ 3\ 2}$
Mrožovití <i>Odobenidae</i>	<i>Odobenus</i>	$\frac{2\ 1\ 4}{0\ 1\ 4}$	24	$\frac{1\ 1\ 3}{0\ 1\ 3}$
Lachtanovití <i>Otariidae</i>	<i>Eumetopias</i> a <i>Neophoca</i>	$\frac{3\ 1\ 5}{2\ 1\ 5}$	34	
	<i>Arctocephalus</i> , <i>Callorhinus</i> , <i>Otaria</i> , <i>Phocarcos</i> a <i>Zalophus</i>	$\frac{3\ 1\ 6}{2\ 1\ 5}$	36	<i>Callorhinus</i> , $\frac{3\ 1\ 5}{2\ 1\ 5}$ <i>Zalophus</i>
Tuleňovití <i>Phocidae</i>	<i>Cystophora</i> a <i>Mirounga</i>	$\frac{2\ 1\ 5}{1\ 1\ 5}$	30	
	<i>Hydrurga</i> , <i>Leptonychotes</i> , <i>Lobodon</i> , <i>Monachus</i> a <i>Ommatophoca</i>	$\frac{2\ 1\ 5}{2\ 1\ 5}$	32	
	<i>Erignathus</i> a <i>Phoca</i>	$\frac{3\ 1\ 5}{2\ 1\ 5}$	34	
	<i>Halichoerus</i>	$\frac{3\ 1\ 6}{2\ 1\ 5}$	36	$\frac{3\ 1\ 5}{2\ 1\ 5}$

Třénové zuby a stoličky jsou si podobné a zapisují se dohromady

Zubní vzorce šelem

Čeleď	Rod nebo druh	$\frac{I\ C\ P\ M}{I\ C\ P\ M}$	Celkem	Anomálie
Medvídkoví <i>Procyonidae</i>	<i>Bassaricyon, Bassariscus, Nasua, Nasuella a Procyon</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 2}{3\ 1\ 4\ 2}$	40	
	<i>Potos</i>	$\frac{3\ 1\ 3\ 2}{3\ 1\ 3\ 2}$	36	
Medvědoví <i>Ursidae</i>	<i>Helarctos</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 2}{3\ 1\ 3\ 3}$	40	$\frac{3\ 1\ 3\ 2}{3\ 1\ 4\ 3}$
	<i>Melursus</i>	$\frac{2\ 1\ 4\ 2}{3\ 1\ 4\ 3}$	40	
	<i>Ailuropoda, Tremarctos a Ursus</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 2}{3\ 1\ 4\ 3}$	42	<i>Ursus</i> $\frac{3\ 1\ 2-3\ 2}{3\ 1\ 2-3\ 3}$
Kočkoví <i>Felidae</i>	<i>Caracal a Lynx</i>	$\frac{3\ 1\ 2\ 1}{3\ 1\ 2\ 1}$	28	<i>Lynx</i> $\frac{3\ 1\ 3\ 1}{3\ 1\ 2\ 2}$
	<i>Acinonyx, Catopuma, Felis, Herpailurus, Leopardus, Leptailurus, Neofelis, Oncifelis, Oreailurus, Otocolobus, Panthera, Pardofelis, Prionailurus, Profelis a Puma</i>	$\frac{3\ 1\ 3\ 1}{3\ 1\ 2\ 1}$	30	$\frac{3\ 1\ 2\ 1}{3\ 1\ 2\ 1}$
Promykoví <i>Herpestidae</i>	<i>Atilax, Crossarchus, Helogale, Mungos a Suricata</i>	$\frac{3\ 1\ 3\ 2}{3\ 1\ 3\ 2}$	36	
	<i>Dologale a Galerella</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 2}{3\ 1\ 3\ 2}$	38	<i>Dologale</i> $\frac{3\ 1\ 3\ 2}{3\ 1\ 3\ 2}$
	<i>Bdeogale, Cynictis, Herpestes, Ichneumia, Liberiictis, Paracynictis a Rhynchogale</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 2}{3\ 1\ 4\ 2}$	40	<i>Herpestes</i> $\frac{3\ 1\ 3\ 1}{3\ 1\ 3\ 1}$
Hyenovití <i>Hyaenidae</i>	<i>Proteles</i>	$\frac{3\ 1\ 3\ 1}{3\ 1\ 2\ 2}$	32	$\frac{3\ 1\ 3\ 1}{3\ 1\ 1\ 1}$
	<i>Crocota a Hyaena</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 1}{3\ 1\ 3\ 1}$	34	
Nandinie <i>Nandiniidae</i>	<i>Nandinia</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 2}{3\ 1\ 4\ 2}$	40	
Cibetkoví <i>Viverridae</i>	<i>Poiana</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 1}{3\ 1\ 4\ 2}$	38	
	<i>Arctictis, Arctogalidia, Chrotogale, Civettictis, Cynogale, Diplogale, Genetta, Hemigalus, Macrogalidia, Paguma, Paradoxurus, Viverra a Viverricula</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 2}{3\ 1\ 4\ 2}$	40	<i>Genetta</i> $\frac{3\ 1\ 3\ 1}{3\ 1\ 3\ 1}$
Linsangové asijsí <i>Prionodontidae</i>	<i>Prionodon</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 1}{3\ 1\ 4\ 2}$	38	
Šelmy madagaskarské <i>Eupleridae</i>	<i>Cryptoprocta</i>	$\frac{3\ 1\ 3\ 1}{3\ 1\ 3\ 1}$	32	
	<i>Galidia a Mungotictis</i>	$\frac{3\ 1\ 3\ 2}{3\ 1\ 3\ 2}$	36	
	<i>Galidictis a Salanoia</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 2}{3\ 1\ 3\ 1}$	36	
	<i>Eupleres a Fossa</i>	$\frac{3\ 1\ 4\ 2}{3\ 1\ 4\ 2}$	40	

DALŠÍ DRUHY

Lidé využívají pro obchod či různé zpracování také zuby dalších skupin zvířat. Obvykle jde o špičáky či větší zuby, které se používají celé (nikoli jako řezbářský materiál). Ze zubů se zhotovují šperky, talismany, náhrdelníky, části náramků, čelenek, ozdob nebo různé ceremoniální a magické předměty. Pokud je pro determinaci k dispozici jen jediný zub, může být morfologické určení druhu obtížné. Napomoci může geografický původ předmětu, případně pokud je k dispozici více zubů či část lebky.

Primáti

Primates

Všechny druhy primátů řádu *Primates* jsou chráněny úmluvou CITES a jsou řazeny minimálně do přílohy CITES II a B dle práva EU. Mnoho druhů však spadá do přísnější ochrany přílohy CITES I/A. Morfologická determinace samostatných zubů do úrovně rodu či druhu je obvykle obtížná.



Hulman posvátný Semnopithecus entellus, Indie (foto Pavla Říhová)

Zuby primátů

Poloopice, nártouni a většina novosvětských primátů (Amerika) má v trvalém chrupu **36-38 zubů** (drápkaté opice mají pouze 2 stoličky v každém kvadrantu). Starosvětští primáti (Afrika, Asie) mají v trvalém chrupu **32 zubů**.

Zubní vzorec:

Trvalý chrup poloopice, nártounů
a novosvětských primátů:

$$\frac{2 \ 1 \ 3 \ 3}{2-3 \ 1 \ 3 \ 3}$$

Trvalý chrup starosvětských primátů:

$$\frac{2 \ 1 \ 2 \ 3}{2 \ 1 \ 2 \ 3}$$

Zuby primátů jsou pokryty **silnou vrstvou skloviny**, proto jsou nevhodné pro řezbu či jiné opracování. Nejsilnější vrstvu skloviny vzhledem k velikosti těla mají aye-aye, malpy či paviáni dželada. Morfologie zubů se u primátů liší v závislosti na konkrétní skupině druhů a typu přijímané potravy.

Lidé se obvykle zajímají o špičáky větších druhů (horní špičáky bývají větší a robustnější než spodní), příležitostně jsou zpracovávány i řezáky a premoláry (navlékány do náhrdelníků). Vzhledem k velikosti se nejčastěji používají **špičáky paviánů**, které mohou být až 5 cm dlouhé (samci mají špičáky delší a silnější). Paviání špičáky jsou velmi ostré, mírně zakřivené a zboku zploštělé. Horní špičáky jsou výrazně delší, typickým znakem jsou **hluboké drážky** na jejich přední straně a ostrá hrana na zadní straně. Spodní špičáky jsou kratší, ne tak ostré, s nevýraznou drážkou z vnitřní strany.



Lebka paviána anubi *Papio anubis* na horních špičácích jsou viditelné výrazné rýhy na přední straně (foto Dominika Formanová)

Dalšími používanými zuby jsou zuby **makaků**, **kočkodanů**, v Jižní Americe **malp**.



Lebky kočkodana Brazzova *Cercopithecus neglectus* a malpy hnědé *Cebus apella* (foto Dominika Formanová)

Použití opičích zubů

Zuby primátů se používají jako ozdoby, šperky a amulety, příp. tvoří součást magických předmětů (včetně rituálů černé magie). Bývají považovány za symbol síly a ochrany. Obvykle se zuby provrtávají a zavěšují do náhrdelníků, někdy se vkládají do vyřezaných předmětů (Fidji), mohou se také barvit. V některých kulturách jsou používány k dekorativním účelům i lidské zuby (např. v Polynésii, na ostrovech v Tichomoří či u některých afrických kmenů).

K ceremoniálním či magickým účelům někdy slouží celé zdobené lebky se zachovanými zuby.



Náhrdelníky z opičích řezáků a špičáků, Náprstkovo muzeum (foto Pavla Říhová)



Opasek z opičích špičáků, Náprstkovo muzeum (foto Pavla Říhová)



Ozdobný pás z opičích řezáků a premolárů, Náprstkovo muzeum (foto Pavla Říhová)



Zdobená lebka orangutana (foto Dominika Formanová)

Sudokopytníci

Artiodactyla

Kromě prasatovitých a kytovců (viz kapitoly dříve) se lze příležitostně setkat také svýrobky ze zubů jelenovitých, pekariů a velbloudů.



Samci velbloudů mají velké špičáky, které používají jako zbraň (foto Pavla Říhová).

Velbloudi • *Camelus*

Velbloudi nejsou chráněni úmluvou CITES (v přílohách CITES je z čeledi Camelidae zařazena pouze lama vikuňa).

V trvalém chrupu mají velbloudi 34 zubů, v mléčném 22 zubů.

Zubní vzorec trvalého chrupu: $\frac{1\ 1\ 3\ 3}{3\ 1\ 2\ 3}$ Zubní vzorec mléčného chrupu: $\frac{1\ 1\ 3}{3\ 1\ 2}$

Samci velbloudů mají vyvinuty velké špičáky, které slouží kvnitrodruhovým soubojům. Velbloudí špičáky mohou měřit 3-4 cm (u samic 1-2 cm). Za určitých okolností by mohly být zaměněny se špičáky např. šelem, jsou však výrazně tupější.



Lebka velblouda dvouhrbého *Camelus bactrianus* (foto Dominika Formanová)



Špičáky velblouda dvouhrbého *Camelus bactrianus* (foto Dominika Formanová)



Napodobenina šperku s „tygříím zubem“ vyrobená ze špičáku velblouda (foto Dominika Formanová)

Jelenovití • Cervidae

Některé druhy jelenovitých z čeledi Cervidae jsou řazeny do příloh úmluvy CITES, jelen evropský a jelen wapiti, jejichž zuby se používají (viz níže), však nepatří mezi chráněné druhy.

Jelenovití mají v trvalém chrupu 32-34 zubů.

Zubní vzorec trvalého chrupu je:
$$\frac{0 \ 0-1 \ 3 \ 3}{3 \ 1 \ 3 \ 3}$$

U většiny druhů chybí horní špičáky (objevují se jen u některých druhů a nikoli u všech jedinců). Vzhledem k ojedinelosti jsou ceněny horní **špičáky jelena evropského a jelena wapiti**, které mají jen někteří jedinci. Těmto špičákům se říká **kelce** nebo **grandle**. Jsou malé, zakulacené, mandlovitého tvaru. S kořenem mohou měřit cca 2,5 cm. Barva je krémová, zažloutlá až světle hnědá (tmavší u starších zvířat), někdy bývají lehce strakaté s viditelným přechodem mezi korunkou a kořenem.

Původní Američané používali tyto zuby na výrobu ozdob a knoflíků koděvům. V Evropě jsou populární mezi myslivci jako symbolika úspěšného lovu. Vyrábí se z nich šperky, přívěsky, někdy se do nich vyřezávají reliéfy. Lze se setkat s imitacemi z plastu či z porcelánu.



Z jeleních špičáků zvaných grandle se často vyrábí myslivecké šperky (foto Zdeněk Novák)

Pekariovití • Tayassuidae

Čeď pekariovití zahrnuje tři druhy, které jsou všechny řazeny přílohou CITES.

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
pekari Wagnerův <i>Catagonus wagneri</i>	CITES I	A
pekari bělobradý <i>Tayassu pecari</i>	CITES II	B
pekari páskovaný <i>Pecari tajacu</i>	CITES II - s výjimkou populace v Mexiku a ve Spojených státech, které nejsou zařazeny v přílohách CITES	B - s výjimkou populace v Mexiku a ve Spojených státech, které nejsou zařazeny v přílohách nařízení

Pekari mají kratší a rovnější špičáky než jiné druhy prasat, nevytváří se u nich dlouhé a vzhůru zatočené kly (horní špičáky míří rovně dolů, spodní jsou mírně zahnuté dozadu). Špičáky mají dýkovitý tvar, v kořeni jsou duté. Třením horních a dolních zubů o sebe se vytváří ostré hrany (výraznější na spodních špičácích, na zadní straně zubu). Za špičáky je výrazná mezera (diastema).

V trvalém chrupu mají pekariové 38 zubů. Zubní vzorec trvalého chrupu je:
$$\begin{array}{c} 2\ 1\ 3\ 3 \\ 3\ 1\ 3\ 3 \end{array}$$

Špičáky pekari se ve Střední a Jižní Americe používají pro výrobu šperků, především náhrdelníků (mohou v náhrdelnících doplňovat jaguáří zuby), bývají i součástí suvenýrů.



Pekari páskovaný *Pecari tajacu* (foto Andreas Staver, Pexels)



Horní špičáky jsou u pekari rovné a nevytváří zahnuté kly (foto Dominika Formanová)

Krokodýli

Crocodylia

Všechny druhy řádu **Crocodylia** jsou chráněny úmluvou **CITES** a jsou řazeny minimálně do přílohy CITES II a B dle práva EU. Mnoho druhů spadá do přísnější ochrany přílohy CITES I/A.



Kajman brýlový Caiman yacare, Argentina (foto Pavla Říhová)

Krokodýlí zuby

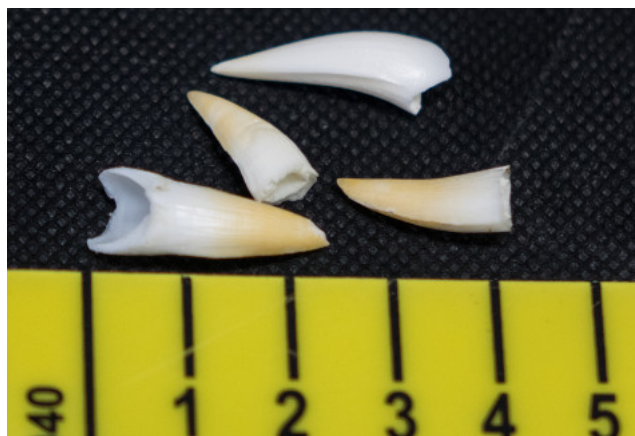
Chrup krokodýlů je homodontní (všechny zuby jsou stejného typu) a polyfyodontní (zuby se během života často vyměňují). Zuby sedí v jamkách čelisti, stejně jako u savců (tekodontní chrup).

Co se týče počtu mívají krokodýli 60-72, aligátoři 72-82 a gaviál 106-110 zubů. Zuby průběžně vypadávají a jsou nahrazovány novými. Zuby jsou měněny přibližně 1-2 x ročně, nové zuby vyrůstají v jamkách pod starými a postupně je vytlačují. Častá výměna umožňuje zachovávat chrup funkční a ostrý.

Krokodýlí zuby jsou **špičaté**, mají **kuželovitý kónický tvar**, z boku jsou **ostré hrany**. Jsou **duté v celé délce** (velká dutina). U větších druhů dosahují zuby značné velikosti (až 9 cm u krokodýla mořského či nilského), menší druhy mají zuby kratší (kajman brýlový 4-6 cm, kajman čelnatý 3-5 cm).



Zuby krokodýlů jsou homodontní, mají kuželovitý tvar a jsou velmi ostré (foto Pavla Říhová).



Na bocích krokodýlích zubů jsou ostré hrany. Vlevo zub kajmana brýlového, vpravo zuby kajmana klínohlavého (foto Pavla Říhová).

Krokodýli jsou jediní obratlovci vyjma savců, kteří mají zuby s **kořeny**. Hlavní hmotu zubu tvoří dentin, na kořeni pokrytý vrstvou cementa, na korunce tenkou vrstvou skloviny. Krokodýlí dentin je velmi tvrdý, histologicky je podobný dentinu savců. V dentinu jsou patrné přírůstkové (inkrementální) linie.

Rozdíly mezi čeleděmi

Aligátoři, kajmani • Alligatoridae



Kajman brýlový s viditelným 4. spodním zubem, který prorůstá skrz horní čelist vzhůru (foto Pavla Říhová)

Mají širší čelisti ve tvaru písmene U. Typický je předkus (horní zuby přesahují přes spodní). Čtvrtý zub ve spodní čelisti není při zavřené tlamě vidět, v horní čelisti se nachází pouzdro, do kterého zapadá. Zub může prorůst pouzdrem skrz kost a vyčnívá pak ven na horní straně čenichu. Zuby aligátorů a kajmanů jsou robustnější než krokodýlů, a ne tak ostré.

Krokodýli • Crocodylidae



Lebka krokodýla kubánského, 4. zub ve spodní čelisti výrazně vyčnívá ven (foto Dominika Formanová).

Čelisti krokodýlů jsou užší a štíhlejší ve tvaru písmene V. Při zavřené tlamě jsou vidět obě řady zubů. Čtvrtý zub ve spodní čelisti je výrazný, vyčnívá ven (v horní čelisti na něj není pouzdro, jen prohlubeň zboku) a je vidět i při zavřené tlamě. Zuby krokodýlů jsou ostré a štíhlejší než u aligátorů a kajmanů.

Samostatné zuby krokodýlů nelze morfologicky do druhu determinovat, určité odlišnosti jsou pouze mezi aligátory a krokodýly v mikrostruktuře stavby dentinu a skloviny (nutnost řezu a mikroskopického zkoumání). Determinace do úrovně druhu je možná pouze na základě genetické analýzy.

Použití krokodýlích zubů

Zuby krokodýlů se neopravují, používají se bez úpravy k dekorativním, příp. symbolickým účelům. Vyrábí se z nich různé ozdoby, náhrdelníky, talismany či amulety. Velký vzestup poptávky po módních doplňcích s krokodýlími zuby byl zaznamenán po premiéře filmu Krokodýl Dundee (ozdoby na kloboucích a oblečení, pásky z krokodýlí kůže). Často se objevují napodobeniny a imitace.



Nejčastěji se krokodýlí zuby objevují jako ozdoby na kloboucích (foto Pavla Říhová).

Žraloci

Selachii

Žraloci jsou velmi různorodá skupina mořských paryb. Zahrnují cca 530 druhů, z nichž **43 druhů** je k listopadu 2025 zařazeno do přílohy CITES II a B dle legislativy EU. Žádný z druhů žraloků není řazen v příloze CITES I/A.

	Příloha CITES (k roku 2025)	Příloha EU (k roku 2025)
modrounovití <i>Carcharhinidae spp.</i> (25 druhů)	CITES II zařazení nabylo účinnosti 25.11.2023	B zařazení nabylo účinnosti 25.11.2023
kladivounovití <i>Sphyrnidae</i> (9 druhů)	CITES II	B
liškouni <i>Alopias spp.</i> (3 druhy)	CITES II	B
žralok veliký <i>Cetorhinus maximus</i>	CITES II	B
žralok obrovský <i>Rhincodon typus</i>	CITES II (* Island, Norsko, Indonésie, Japonsko, Jižní Korea mají vznesenou výhradu)	B
žralok bílý <i>Carcharodon carcharias</i>	CITES II	B
žralok mako <i>Isurus oxyrinchus</i>	CITES II	B
žralok východní <i>Isurus paucus</i>	CITES II	B
žralok nosatý <i>Lamna nasus</i>	CITES II	B

* Po dobu platnosti vznesené výhrady je členská země úmluvy CITES formálně považována za nesmluvní stranu, pokud jde o obchod s dotyčným druhem.



Žralok citronový *Negaprion brevirostris* (foto Tomáš Kotouč)

Zuby žraloků

Žraloci jsou primárně masožraví, živí se rozmanitou potravou od ryb a mořských savců až po filtrovaný plankton. Chrup je polyfyodontní (s celoživotní výměnou zubů), u většiny druhů je patrná určitá míra heterodoncie (různé typy zubů – obvykle se liší zuby horní a spodní čelisti, směrem ke straně se zuby zmenšují, liší se zuby juvenilních jedinců).



Žralok bílý *Carcharodon carcharias*. Zuby v horní čelisti jsou širší, slouží k vykusování masa. Ve spodní čelisti jsou zuby štíhlejší určené k přidržení kořisti (foto Richard Jaroněk, Tomáš Kotouč).

Zuby nejsou pevně přirostlé k čelistem, ale jsou uchyceny v tuhé vazivové tkáni, která čelisti pokrývá. Jsou **založeny v řadách za sebou** a během života se postupně vyměňují. Vypadlé zuby zezadu nahrazují nové, které se posouvají v řadách dopředu. Nové řady se tvoří na vnitřní straně čelisti, zuby se nejprve sklání dozadu, s postupným posunem vpřed se pak narovnávají a zdvihají do funkční polohy.



Zuby žraloků jsou založeny v řadách za sebou. Nové zuby jsou skloněny dozadu a přiléhají k čelisti, při posunu dopředu se postupně narovnávají a vytlačují staré zuby vpřední řadě, které nakonec vypadnou (foto Richard Jaroněk).

Výměna zubů probíhá u žraloků různě rychle, některým druhům vypadávají zuby po 10 dnech (např. žralok citronový), u jiných trvá výměna měsíce. Za život mohou žraloci vyměnit velké množství zubů (např. žralok bílý cca 3000 zubů, některé menší druhy až 30 000 zubů).

Žraločí zuby jsou složeny z dentinu pokrytého sklovinou, která obsahuje krystaly **fluorapatitu** $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$. Fluorapatit je velmi tvrdý, odolný a méně rozpustný ve vodě než hydroxyapatit savčích zubů. Vzhledem k odolné a nerozpustné sklovině jsou žraločí zuby velmi trvanlivé, po vypadnutí dlouze přetrvávají v sedimentech a dobře fosilizují.

Identifikace žraločích zubů

Morfologicky jsou žraločí zuby **velmi variabilní**. Druhy živící se větší kořistí (mořští savci) mívají velké trojúhelníkovité zuby sostrými okraji. Druhy lovící ryby mají zuby štíhlejší a špičatější. Vyskytují se i druhy s plochými zuby určenými k drcení schránek bezobratlých, druhy s mozaikovitými zuby atd.

Zuby se mohou lišit i v rámci jednoho druhu mezi oběma pohlavími či mezi dospělci a mláďaty. Např. u žraloka bílého *Carcharodon carcharias*, po jehož zubech je největší poptávka, mají zuby dospělců typický trojúhelníkový tvar a pilovité ostré okraje. Juvenilní žraloci bílí cca do 1,5 m velikosti mají zuby štíhlejší, neboť jejich kořist tvoří především ryby.



Zuby dospělého žraloka bílého mají typický trojúhelníkový tvar s širokou bází a pilovitými okraji, mohou měřit až 8 cm (foto Richard Jaroněk).

U téhož jedince mohou mít na různých místech čelisti zuby odlišný tvar a velikost (např. různozubci), směrem ke krajům tlamy se zuby obvykle zmenšují. U žraloků lovících velkou kořist bývají spodní zuby relativně špičaté a ohnuté vzad, jelikož slouží k přidržení kořisti. Horní zuby jsou širší a ostré a slouží k vykusování masa (třesení hlavou usnadňuje prořezávání zubů tkáněmi).

K identifikaci druhů žraloků dle zubů existují speciální determinační klíče, determinace je však poměrně náročná (např. Purdy W.: A Key to the Common Genera of Neogene Shark Teeth).

Vhodné je rozřadit posuzované zuby na skupiny s podobným tvarem a znaky. Důležité je také určení polohy zubu v čelisti (lze určit podle velikosti zubu, jeho tvaru, sklonu korunky a tvaru kořene). Vzhledem k počtu a variabilitě druhů žraloků a náročnosti determinace není možné bližší determinační postupy zahrnout do tohoto atlasu.



Cena kompletních čelistí žraloka bílého může činit vyšší desítky tisíc korun v závislosti na velikosti a kvalitě (foto Richard Jaroněk).

Použití žraločích zubů

Žraločí zuby jsou získávány především jako vedlejší produkt lovu žraloků pro ploutve, příp. pro maso. Zuby se neopravovávají, používají se v původním stavu jako dekorace. Zájem bývá i o celé čelisti. Vzhledem k asociaci nebezpečnosti a útokům na člověka jsou nejpopulárnější a nejvíce ceněné zuby a čelisti žraloků bílých. Cena jednoho zubu žraloka bílého se pohybuje kolem 5000 Kč (4 cm zub).

Pilouni

Pristidae

Pilouni jsou velké paryby, čeleď zahrnuje 5 druhů. Všechny druhy jsou zařazeny do přílohy CITES I a A dle práva EU.



Zabavená rostra pilouna, letiště Heathrow (foto Pavla Říhová)

Pilouni mohou měřit až 7 metrů. Cca třetinu délky těla tvoří protažený rypec (*rostrum*), který může dosahovat až délky 2 metrů. Po obou stranách rostra se nachází **homodontní zuby**, kterých bývá 18-37 párů. Zuby jsou kuželovité a ostré, ke konci života zvířete se ztupují.

Zuby pilounů, popř. celá rostra, slouží jako specifické suvenýry či dekorativní předměty. Ve Francii bylo zaznamenáno pašování jednotlivých zubů pilouna ukrytých v plechovkách s kávou.



Pilouní rostrum může měřit až 2 metry a nést 25 i více párů zubů (foto Dominika Formanová).

DRÁPY

Historické a současné využití drápů

Využívání zvířecích drápů je doloženo již od paleolitu, kdy sloužily především jako ozdoby, rituální předměty nebo symboly sociálního statusu. Jedním z nejlépe zdokumentovaných historických příkladů využití drápů je soubor osmi drápů orla mořského (*Haliaeetus albicilla*) z neandertálského naleziště Krapina (Chorvatsko, stáří cca 130 000 let), drápy byly upraveny a nošeny jako šperky. Existují i další archeologické nálezy drápů z evropských neandertálských lokalit, které podporují interpretaci, že drápy sloužily jako symbolické předměty a byly záměrně vybírány a upravovány pro vizuální efekt.



Čelenky z jaguářích (větší) a ocelotích (menší) drápů
(foto Dominika Formanová)

Z novější historie je dobře zdokumentováno například použití medvědíh drápů (zejména grizzly *Ursus arctos horribilis*) v tradičních společnostech severoamerických indiánů. Náhrdelníky z medvědíh drápů nosili muži kmenů Pawnee, Otoe a Omaha jako symbol odvahy, válečných zásluh a vůdcovského postavení. Jednalo se předměty spojené s lovem a válečnickým statusem. Drápy ztělesňovaly sílu zvířete a zprostředkovávaly symbolické spojení člověka s predátorem – nositel jako by „sdílel“ jeho vlastnosti. S podobnými náhrdelníky z drápů se lze setkat i v českých muzeích (např. v Náprstkově muzeu).

Využívání zvířecích drápů přetrvává v některých kulturách dodnes. Motivace může být velmi různá, obvykle jsou drápy predátorů považovány za symbol síly, ochrany nebo prestiže (úspěšný lovec). Jejich nošení může vyjadřovat duchovní spojení s konkrétním zvířetem. Mohou sloužit jako amulety poskytující ochranu nebo moc. Pro své výrazné tvary, trvanlivost a symboliku se používají také k výrobě šperků.



Přívěsky z tygřích drápů (foto Pavla Říhová)



Náhrdelník z medvědíh drápů
(foto Dominika Formanová)

V řadě kultur se drápy používají i jako součást tradiční medicíny. Výzkum z roku 2022 ukazuje, že tradiční léčitelé v Jižní Africe využívají drápy lvů a levhartů jak k léčbě nemocí, tak k ochraně před „zlem“ – přičemž motivace je často spíše spirituální než farmakologická. V Asii jsou drápy tygrů a dalších velkých koček prodávány jako talismany přinášející štěstí, sílu nebo ochranu.

Moderní poptávka po drápech je silně ovlivněna specifickými ekonomicko-kulturními faktory. U asijských komunit (Vietnam, Čína) jsou ceněné především drápy velkých kočkovitých šelem (tygr), které bývají častým předmětem nelegálního obchodu. Drápy a zuby tygra (příp. dalších kočkovitých šelem) znamenají pro Asiaty symbol moci.

Další motivací může být sbírání drápů jako trofejí z úspěšného lovu (medvědí drápy), tato motivace je typičtější pro euroamerickou kulturu.



Průvisek a brož z tygřích drápů ze sbírky Border Force Heathrow Airport, UK (foto Pavla Říhová)



Šperky z tygřích drápů (foto Pavla Říhová)

Průviseky z levhartích drápů (foto Pavla Říhová)



Průvisek z medvědího drápu (foto Pavla Říhová)



Náhrdelník z drápů vyhynulého pásovice obrovského (foto Dominika Formanová)

Obchod s drápy

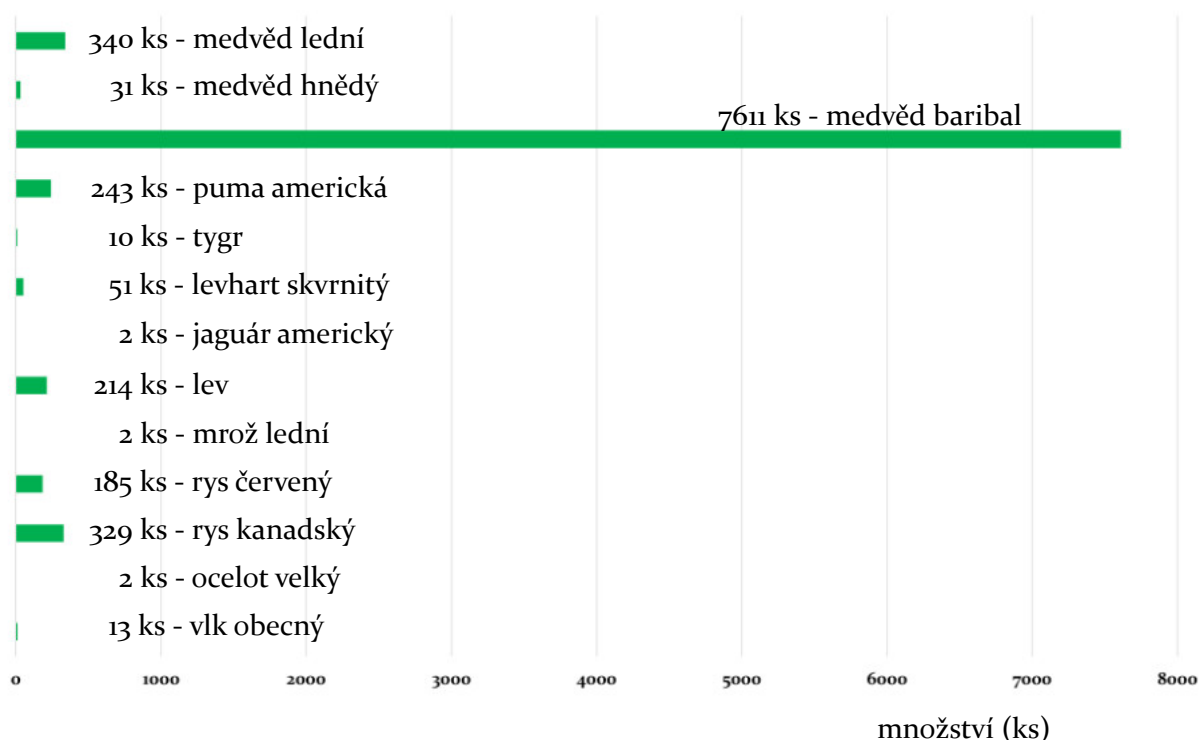
Drápy jsou součástí mnohem širšího spektra obchodu s částmi těl zvířat. Tvoří spíše menší položku, ale specificky u řádu šelem obchod není zanedbatelný. Ze zpracované analýzy legálního a zachyceného nelegálního obchodu s CITES druhy v EU (Kubátová et. al., 2024) vyplývá, že řád šelmy tvořil ve sledovaném období 0,5 % ze všech transakcí legálního obchodu, ale 4,13 % nelegálních záchytů.

Co se týče jednotlivých druhů šelem, v případě legálního obchodu bylo nejvíce obchodováno s drápy medvěda baribala (*Ursus americanus*), dále se s odstupem objevovaly drápy medvěda ledního (*Ursus maritimus*), rysa kanadského (*Lynx canadensis*), pumy americké (*Puma concolor*) a lva (*Panthera leo*). Minoritně byly obchodovány i drápy pásovice velkého (*Prionodon maximus*), mrože ledního (*Odobenus rosmarus*), čeledi pásovců (*Dasypodidae* spp.), aguti středoamerického (*Dasyprocta punctata*) a luskouna krátkoocasého (*Manis pentadactyla*).



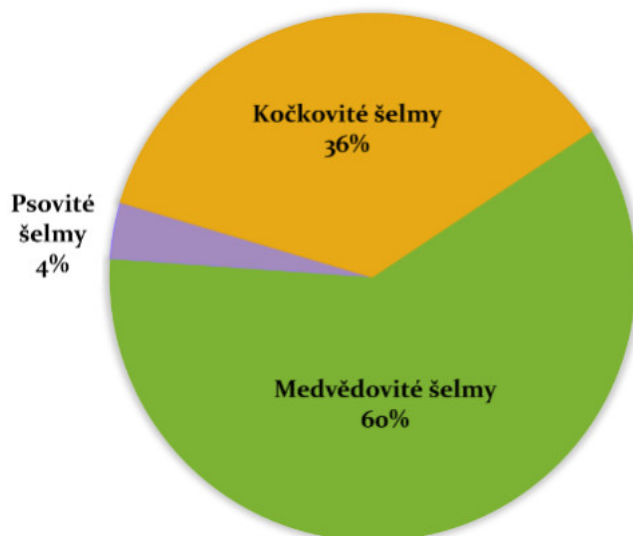
Šperk vyrobený z vlčího drápu (foto Frankfurt am Main, Main Customs Office)

Legální obchod s drápy šelem v EU 2005 - 2019



Velký počet obchodovaných drápů medvědů (především medvěda baribala) souvisí s možností legálního lovu ve většině států USA a v Kanadě. Obchod s drápy medvědů není ani v České republice ojedinělý, dle studie Shepherd et al. (2020), která analyzovala legální dovozy medvědů do ČR, tvořily 93 % dovozů lovecké trofeje a jejich části (zejména drápy, kůže a lebky).

Poměr jednotlivých čeledí u nelegálního obchodu s drápy v EU 2005 - 2019



V případech nelegálního obchodu výrazně převažují drápy medvědovitých a kočkovitých šelem, proto je na tyto druhy tento atlas zaměřen především.

Obecná stavba a funkce drápů

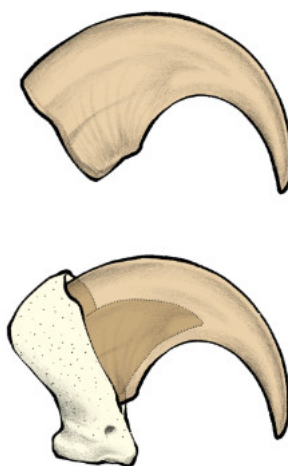
Anatomie drápu

Dráp je zahnutý rohovitý útvar na konci prstu, který vzniká přeměnou povrchových buněk kůže. Je typický pro většinu suchozemských obratlovců (savce, ptáky, plazy, ale i některé obojživelníky).

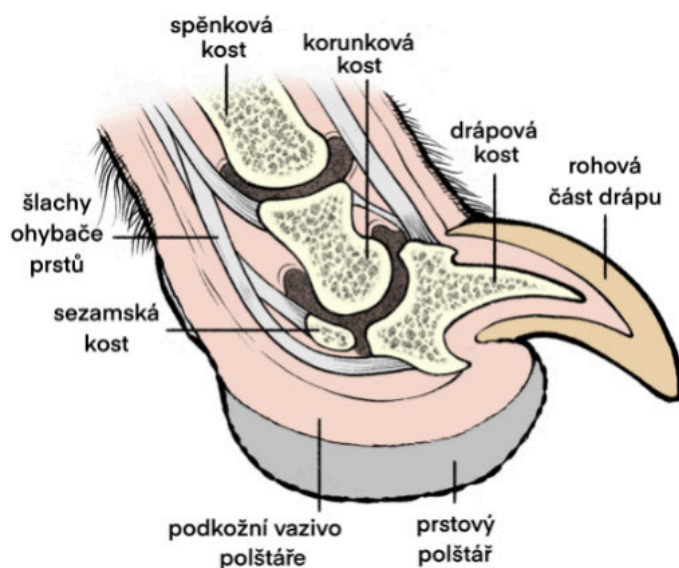
Tělo drápu tvoří **keratin** – pevný vláknitý protein, z něhož jsou složeny např. i nehty, kopyta či rohy. Dráp má obvykle dvě vrstvy:

- tvrdší vnější *unguis*
- měkčí spodní *subunguis*.

Vrstvy nerostou stejnoměrně, tvrdší vnější vrstva (*unguis*) roste o něco rychleji než měkčí spodní (*subunguis*), což přirozeně vytváří obloukovité zakřivení a ostrou špičku.



*Dráp a jeho zakřivení
(kresba David Říha)*



Rohovitá část drápu nasedá na poslední (koncový) článek prstu, tzv. drápkovou kost (*distal phalang*). Dráp je derivát pokožky (*epidermis*) a vzniká v růstové zóně u báze drápu. Pod ní je škůra (*dermis*) tvořící lůžko drápu – ta kotví tkáň a vazivem dráp k drápkové kosti. Dráp kontinuálně dorůstá.

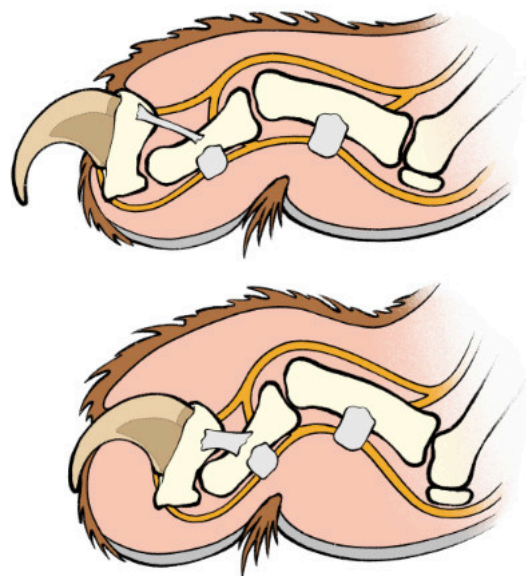
Stavba drápu savce (kresba David Říha).

Funkce drápů

1) Lov a manipulace s kořistí

Kočkovité šelmy využívají přední končetiny s drápy k uchopení a udržení pohybující se kořisti. Tuto funkci umožňuje především rychlé vysunutí drápů, jejich zakřivení a tvar. Vklidové situaci má většina kočkovitých šelem drápy zatažené, což je napomáhá udržet ostré. Výjimkou je gepard, který zatažitelné drápy nemá a může se díky nim lépe odrážet (pomoc při sprintu). Jediným zatažitelným drápem geparda je tzv. paspárek, který mu pomáhá strhnout kořist ve vysoké rychlosti.

Medvědi používají dlouhé, robustní drápy jako mnohoúčelový nástroj: při lovu slouží k rychlému stržení a přidržení kořisti, mohou pomocí nich i hrabat apod.



Mechanismus vytažení drápu u kočkovitých šelem (kresba David Říha)

U dravých ptáků se drápy na jednotlivých prstech liší velikostí a tvarem; konkrétní prsty jsou zvětšené nebo tvarované podle role, kterou při lovu plní. Například orli a jestřábi mají zvětšené drápy na prstech I–II, které slouží k pevnému sevření a znehybnění kořisti. Sokoli kořist obvykle vyřadí prudkým úderem zobáku, proto mají drápy relativně menší, sloužící hlavně k přidržení.

Sovy mají kratší, ale velmi robustní drápy, navíc umí prsty postavit proti sobě, takže kořist silně stisknou z obou stran.

2) Pohyb

Zakřivení a celková velikost (délka/výška/šířka) drápu určují, jak dobře se zvíře zachytí na podkladu. Obecně lze říci, že více zakřivené drápy se lépe zachycují o kůru či nerovnosti a zvyšují jistotu výstupu nebo stání na šikmých či svislých površích, zatímco delší, robustní a spíše rovnější drápy lépe snášejí tah a zatížení při hrabání.

U medvědů morfologie drápů odpovídá ekologii: baribal (*Ursus americanus*) má kratší a více zahnuté drápy (lepší zachycení na kmeni), zatímco medvěd hnědý (*U. arctos*) má delší a rovnější drápy, kterými se lépe zaboří do půdy (hrabání). Podobně uzpůsobené drápy najdeme u tzv. fossoriálních (hrabavých) savců, např. jezevce či krta, kdy kombinace dlouhých, robustních, méně zahnutých drápů a silných předních končetin umožňuje hrabání velkých objemů půdy.

3) Obrana a útok

Velké drápy představují účinný obranný nástroj. U medvědů hraje roli především délka a zakřivení předních drápů, které při konfliktech (např. útocích nebo potyčkách s jinými medvědy) způsobují hluboké tržné rány. U kočkovitých šelem je klíčová ostrost a zakřivení: ostré drápy rychle pronikají do kůže a měkkých tkání, což je účinné při obraně i při zastrašení protivníka.

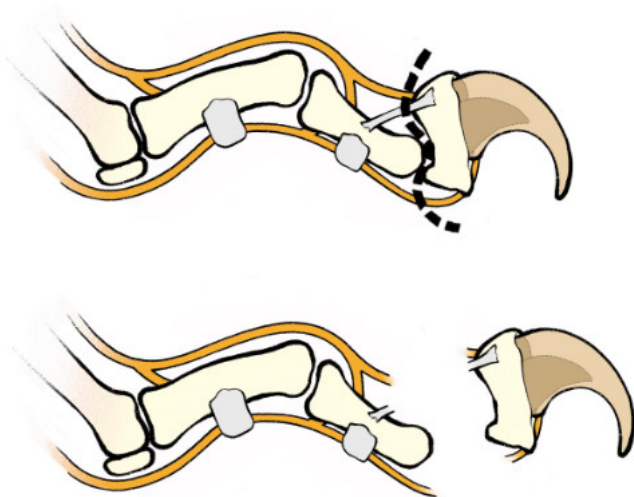
4) Značení teritoria a komunikace

Zvířata pomocí drápů také komunikují. Viditelné škrábance na kmenech či dřevu fungují jako vizuální značky (výška, čerstvost, četnost). U medvěda hnědého bylo prokázáno, že loupání kůry na stromech

je záměrné a stromy, o které se medvědi otírají, slouží jako komunikační uzly (medvědi se na tato místa vracejí a kombinují vizuální a pachové značení). Ke komunikaci dále slouží i pachové žlázy na tlapách, které přenášejí chemický signál.

U kočkovitých je běžná kombinace škrábání a pachového značení. Drápy vytvářejí na povrchu viditelnou stopu a žlázy u polštářků na tlapách zanechávají chemickou značku.

Odstraňování drápů – onyhektomie



Onyhektomie je chirurgická amputace posledního článku prstu, s nímž je odstraněn i celý dráp. Nejde tedy o pouhé zkrácení drápu, ale o ortopedickou amputaci části prstu s trvalým dopadem na funkci prstu i na chůzi. K zákroku může dojít ze zdravotních důvodů, je však problematické, pokud se provádí z důvodu zamezení přirozeného chování (škrábání) nebo větší bezpečnosti lidí při manipulaci (typicky u velkých koček). V České republice je odstraňování drápů, z jiných než zdravotních důvodů, považováno za **týrání**.

Princip odstranění drápu při onyhektomii (kresba David Říha)

Zákon č. 246/1992 Sb., o ochraně zvířat proti týrání:

*„Za týrání se považuje provádět nebo nechat provést chirurgické zákroky za účelem změny vzhledu nebo jiných vlastností zvířete, zejména pak kupírovat uši, ničit hlasivky nebo používat jiných prostředků k omezení hlasitých projevů zvířat anebo z jiných než zdravotních důvodů **amputovat drápy**, zuby, jedové nebo pachové žlázy“.*

V USA je ve většině států onyhektomie povolena, nelegální je jen v některých státech, případně je regulovaná městskými zákazy.

Techniky odstraňování drápů:

- skalpelem (standardní chirurgická technika)
- gilotinové kleště (přeštípnutí tkáně a odstranění kosti s drápem, tato technika se používá spíše u menších koček domácích)
- laser (řez je veden CO₂ laserem)
- tenotomie (přetrnutí šlachy umožňující vytažení drápu, drápy pak nejdou obrušovat, dlouhodobě vyžadují pravidelné zkracování).

Nejčastěji je prováděno odstraňování drápů v chovech velkých kočkovitých šelem z důvodu „snazší a bezpečnější“ manipulace s nimi. V zahraničí proběhla systematická studie zaměřená přímo na důsledky tohoto zákroku u velkých kočkovitých šelem, která prokázala, že amputace drápů oslabuje okolní svaly a zhoršuje jejich činnost (slabší úchop, horší stabilita, menší tlumení nárazů při chůzi nebo běhu). Čím větší šelma, tím horší má odstranění drápů dopad. Kromě zhoršeného pohybu může jít

o další zdravotní následky akutního charakteru po provedení zákroku, ale i chronického ve smyslu bolestivosti, zhoršené chůze, změny držení těla, artrózy ad. Dalším důsledkem je následná změna chování, kdy zvířata mohou omezovat aktivity jako hru, šplhání, mohou trpět stresem, neschopností značit teritorium apod.

Po odstranění drápu mohou ve tkáni zůstat zbytky kosti. Dráp dokonce může začít znovu dorůstat a vznikají deformity.



Deformované zbytky kostí a drápu po odstranění laserem u tygra (foto Dagmar Mirzoev)



Nepoškozené drápy s dráповými kostmi z přední tlapy tygra (foto Dominika Formanová)



Postavení posledních článků prstů s drápy v přední tlapě tygra (foto Dominika Formanová)



Determinace drápů

Na trhu je velké množství napodobenin drápů vyrobených z nejrůznějších materiálů. Srovnáním 3D tisku se objevují i „tištěné“ drápy. Na následující straně je několik možností, jak odlišit pravé keratinové drápy od napodobenin z pryskyřice, plastu nebo kompozitu.

*Vlevo pravý tygří dráp,
vpravo napodobenina
(foto Dagmar Mirzoev)*



Směs pravých a falešných tygřích drápů zabavená během operace Corn (foto Dominika Formanová)



Pravý dráp (foto Dominika Formanová)



Pravé tygří drápy - detail (foto Dominika Formanová)

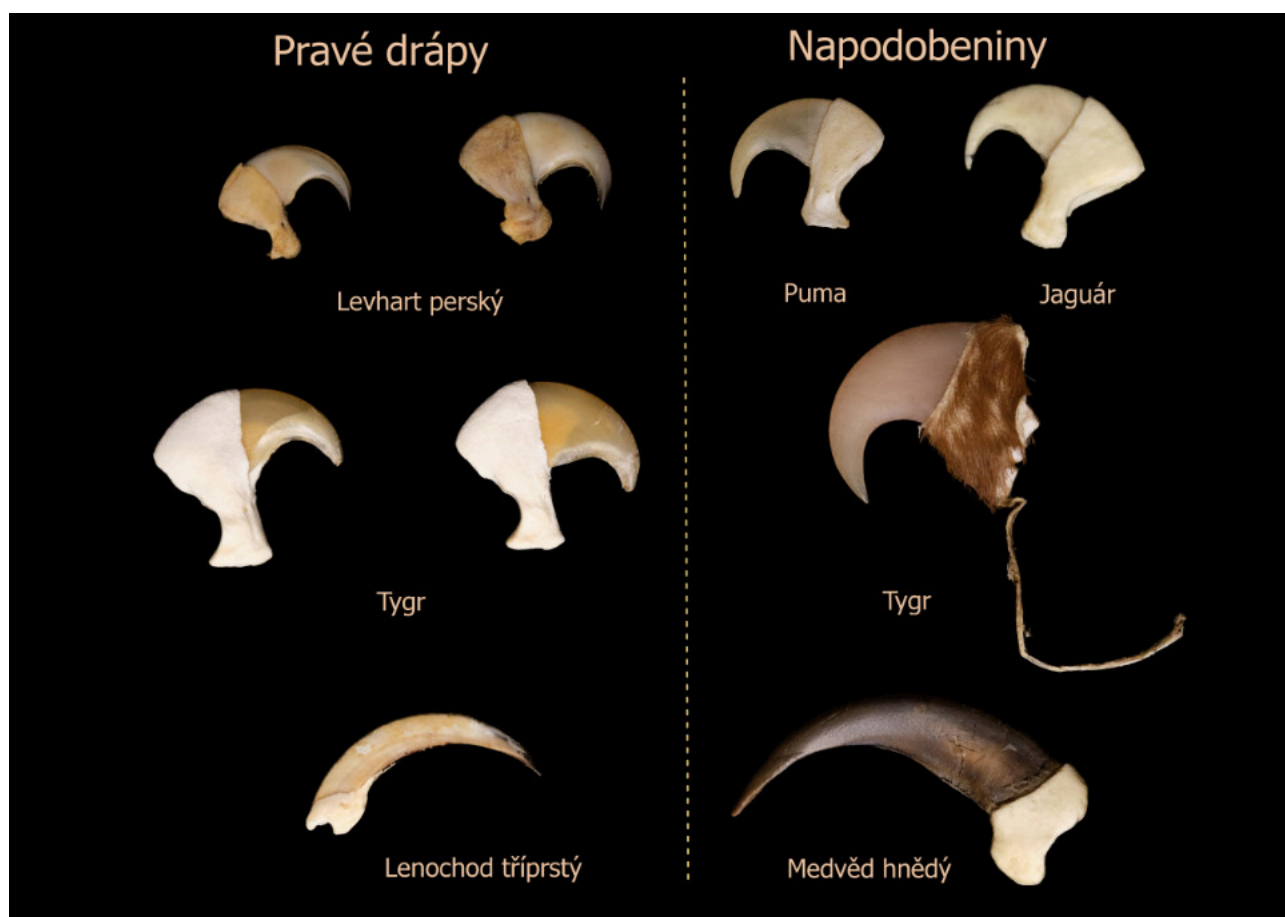


Falešné tygří drápy - detail (foto Dominika Formanová)

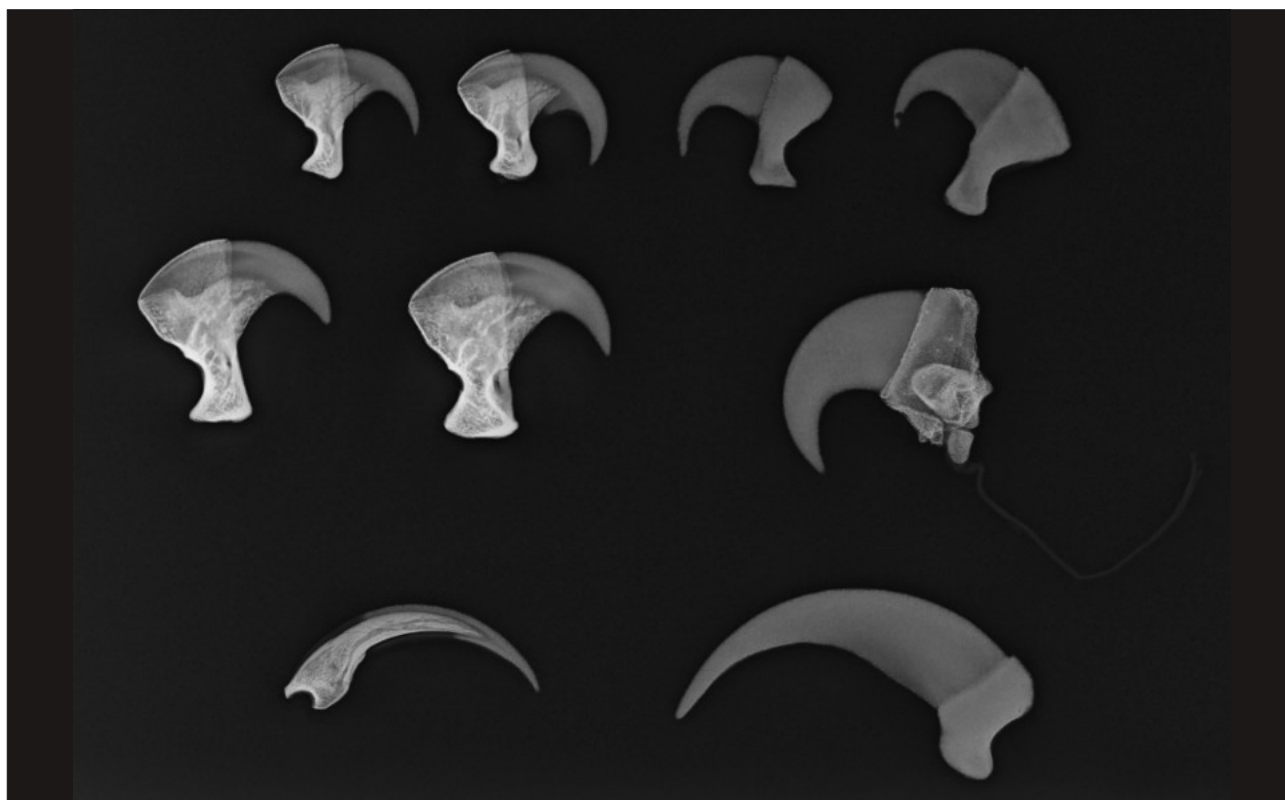


Rozlišení pravých a umělých drápů

Pravé drápy	Napodobeniny
Vizuální posouzení	
• obvykle lze najít strukturu keratinu, vrstevnatost a asymetrickou křivost • přirozené opotřebení – drobné odštěpky, nestejněměrné broušení hrany	• jednolitě, lesklé drápy bez přirozených škrábanců • bublinky ve hmotě • opakující se shodný tvar a rozměr u více kusů • stopa po odlití (linie), případně brusné stopy
RTG	
• viditelná dráповá kost (bílá barva) a výběžek pod keratinovou vrstvou drápu, samotná keratinová pochva drápu je bělavá až šedá • černá barva značící dutinu v místě mezi výběžkem dráповé kosti a prostoru nad ním – viz obrázky níže	• často z pryskyřice nebo plastu – vykazují homogenní hustotu bez znatelného výběžku kosti • bez zobrazené dutiny
Burn test	
(jde o destruktivní test, neměl by být prováděn na viditelných částech předmětů sloužících jako důkaz)	
• charakteristický zápach (typický pro keratin – jako pálené vlasy, kopyta) • samozhášivost, tmavý zuhelnatělý zbytek • při hoření keratin neskupává ani netaje • variantou je test horkou jehlou: keratin netaje, spíše černá a páchne po spálených vlasech	• řada termoplastů (akrylát, polypropylen, polyetylen apod.) v plameni měkne nebo taje, může odkapávat, často hoří i po oddálení plamene • chemický či štiplavý zápach; některé (např. PVC) dýmají a uvolňují štiplavé plyny, chybí typický zápach keratinu • termosety (epoxid/polyester) netají, ale žhnou, černají • test horkou jehlou: horký hrot vyvolá u plastu tání a propad jehly
ATR-FTIR metoda (infračervená spektroskopie)	
• spektrum s typickými proteinovými pásy – hlavně amide I ($\sim 1650\text{ cm}^{-1}$) a amide II ($\sim 1540\text{ cm}^{-1}$) spolu s dalšími keratinovými znaky	• napodobeniny z plastů/pryskyřic postrádají amide pásy a místo nich ukazují polymerní signatury (např. esterové $\text{C}=\text{O}$ $\sim 1720\text{--}1730\text{ cm}^{-1}$ u akrylátů/polyesterů, aromatické pásy $\sim 1600/1490\text{ cm}^{-1}$ u polystyrenu, C-Cl $\sim 600\text{--}700\text{ cm}^{-1}$ u PVC apod.)
Změřené spektrum je nutné porovnat s knihovnou referenčních materiálů. Samotné porovnání pak provádí software.	
Ramanova spektroskopie	
• mají bohaté proteinové pásy (amide I/III, C-C, C-N, S-S kolem $500\text{--}550\text{ cm}^{-1}$, CH-vazby atd.)	• u běžných polymerů se ukáží typické polymerní signatury (např. silná $\text{C}=\text{O}$ $\sim 1725\text{ cm}^{-1}$ u akrylátů/polyesterů, aromatické pásy $\sim 1600/1450\text{ cm}^{-1}$ u polystyrenu, C-Cl $610\text{--}700\text{ cm}^{-1}$ u PVC)



Fotografie pravých a umělých drápů (foto Dagmar Mirzoev)



Rentgenový snímek drápů – vlevo pravé drápy, vpravo napodobeniny. U pravých drápů lze vidět strukturu kostní části včetně keratinové pochvy drápu. U keratinu je patrný i viditelný gradient hustoty, méně je ho u báze drápu (foto VetUni Brno).

DNA analýza

Pomocí genetické analýzy lze odlišit pravé drápy od napodobenin, příp. i stanovit konkrétní druh zvířete. V keratinu drápů je obvykle jen málo DNA, největší šance na získání použitelného vzorku je u nečištěných drápů u jejich báze, kde lze často nalézt zbytky tkáně. U čištěných nebo jinak opracovaných drápů je větší úspěšnost analýzy při využití mitochondriální DNA.

Nejčastější materiály používané pro výrobu napodobenin drápů:

- Rohovina z domestikovaných kopytníků (kráva, buvol). Při vizuálním posouzení je vhodné zaměřit se na to, zda jsou na drápu vidět např. bublinky nebo stopy po opracování. Rentgenem lze ověřit strukturu a homogenitu drápu. **V případě těchto materiálů burn test kodlišení nepomůže, neboť potvrdí keratin**, který je hlavní složkou rohoviny. Je doporučeno provedení DNA analýzy.
- Syntetické polymery (pro rozlišení je doporučeno kombinovat více metod).
- Termosetové pryskyřice (často jsou velmi hodnověrné repliky, dobře zpracované, pro identifikaci je doporučena kombinace metod).



Přívěsky z falešných drápů z rohoviny (foto Pavla Říhová)

Druhová identifikace

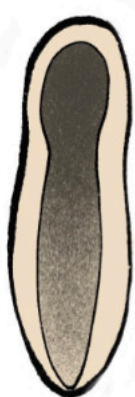
Při identifikaci drápů je možné postupovat podle různých kritérií. Kromě zhodnocení toho, zda se jedná o pravý či umělý dráp, lze posoudit tvar, velikost, zakřivení ad. V žádném případě není možné se orientovat podle barvy drápů, která může být různá a nesouvisí s druhem zvířete.

Bližší údaje k determinaci jsou zmíněny ke kočkovitým a medvědovitým šelmám z důvodu nejčastějšího obchodování s jejich drápy (nejedná se o kompletní výčet všech skupin zvířat). Kromě obchodovaných druhů jsou uvedeny i některé další druhy zajímavé např. z hlediska velikosti drápů.

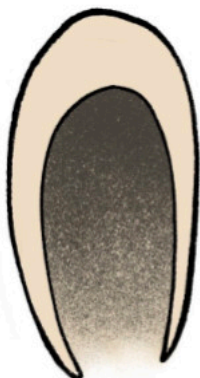
Dle celkového stavu drápů lze usuzovat i na způsob a podmínky chovu. Může docházet k nadměrnému opotřebení, roztřešení nebo poškození drápů, např. kvůli tvrdému podkladu (beton), škrabání o mříže apod. Kvůli zakřivení drápů může u kočkovitých šelem dojít i k jejich zarůstání, což způsobuje zdravotní komplikace a je nutné veterinární ošetření.

Průřez drápem

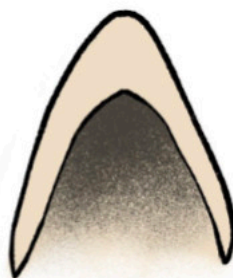
Drápy mohou mít na průřezu různý tvar. Kočkovité šelmy a medvědi mají nejčastěji keratinové pouzdro elipsoidního tvaru. Naopak psovitě šelmy mají tvar na průřezu kruhovitý až kulatý. Speciální kategorií jsou vodní savci. Tuleni (např. *Phoca vitulina*) mají drápy na průřezu ve tvaru trojúhelníku, rypouš sloní (*Mirounga leonida*) má drápy na průřezu podobné lidským nehtům.



Kočkovité šelmy a
medvědi



Psovitě šelmy



Tuleni



Rypouš

Různé tvary drápu v průřezu (kresba David Říha)



*Dráp vlka z Národního muzea v Praze
(foto Dagmar Mirzoev)*



Drápy tuleně a rypouše, Natural History Museum, Londýn (foto Arthur Sniegon)

Tvary drápů

Kočkovité šelmy	Medvědovité šelmy	Dravci
		
Drápy jsou zatažitelné – při běhu či chůzi většinou skryté. Umožňují tiché přiblížení, rychlé výpady a uchopení kořisti. Dráp je ostrý a chráněný.	Drápy jsou nezatažitelné , poměrně dlouhé a více vystavené opotřebení. Medvědi mají často přední drápy delší než zadní.	Drápy (někdy též talony) jsou výrazně zakřivené, silné, často velké ve vztahu ke zbytku končetiny. Pro ptáky drápy představují nástroj k lovu.

Typy drápů podle tvaru (kresby David Říha)



Drápy celkem 30 druhů zvířat z polyuretanové pryskyřice, vyrobeno společností Bone Clones®

Měření délky drápů: u dále uvedených druhů je délka drápů měřena jako nejkratší vzdálenost mezi vrcholem drákové kosti a špičkou drápu (nikoli po zakřiveném obvodu drápu).



Kočkovité šelmy • Felidae

Lev • *Panthera leo*

- délka drápů 2-4,3 cm



Drápy na přední tlapě lva (vlevo) a na zadní tlapě lva (vpravo) (foto Zdeněk Novák)

Tygr • *Panthera tigris*

- délka drápů 2,3-5,3 cm



Drápy samice tygra usurijského (vlevo) a samce tygra (vpravo) (foto Pavla Říhová)

Levhart • *Panthera pardus*

- délka drápů 2,3-3,5 cm



Drápy samice levharta (vlevo) a pumy americké (vpravo) (foto Dagmar Mirzoev)

Puma americká • *Puma concolor*

- délka drápů 2,2-3,5 cm

Jaguár • *Panthera onca*

- délka drápů 2,3-5,3 cm



Drápy levé přední a levé zadní tlapy jaguára (foto Pavla Říhová)

Rys červený • *Lynx rufus*

- délka drápů 1,5-1,9 cm



Drápy rysa červeného (foto Dagmar Mirzoev)

Ocelot velký • *Leopardus pardalis*

- délka drápů 1,1-1,6 cm



Drápy ocelota velkého (foto Dagmar Mirzoev)

Gepard štíhlý • *Acinonyx jubatus*

- nemá zatažitelné drápy
- při lovu kořisti si pomáhá I. prstem (tzv. dew claw)
- délka drápů 2,1-3,2 cm



Drápy geparda štíhlého (foto Dagmar Mirzoev)

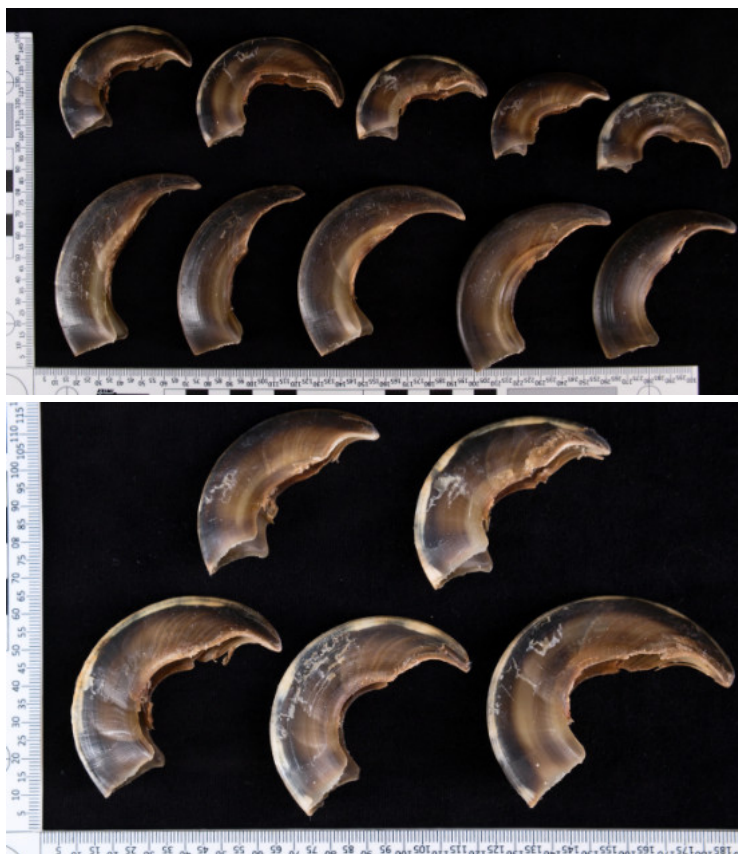
Medvědovité šelmy • Ursidae

Délka drápů na předních končetinách u dospělých jedinců

- | | | | |
|-------------------|------------|--------------------|------------|
| • Medvěd hnědý: | 3,7-10 cm | • Medvěd pyskatý: | 3,7-7,3 cm |
| • Medvěd lední: | 3,5-6,8 cm | • Panda velká: | až 9 cm |
| • Medvěd ušatý: | 3-5 cm | • Medvěd malajský: | 2,7-8,2 cm |
| • Medvěd baribal: | 2,8-5,8 cm | • Medvěd brýlatý: | 2,5-5,4 cm |

Medvěd hnědý • *Ursus arctos*

- poměrně rovné, jen mírně zakřivené drápy, využívané spíše k hrabání, rozrývání a dalšímu získávání potravy, než ke šplhání



Drápy medvěda hnědého
(foto Dagmar Mirzoev)

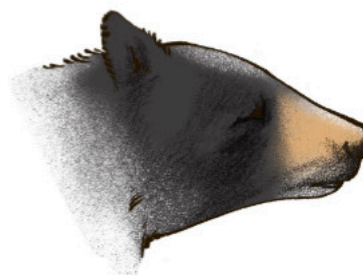
Medvěd baribal • *Ursus americanus*

- kratší, více zahnuté drápy uzpůsobené ke šplhání po stromech

Medvěd baribal se může ve většině států USA a v Kanadě lovit, což neplatí pro medvěda hnědého (grizzly *Ursus arctos horribilis*), který je naopak chráněný. Z tohoto důvodu vznikla řada materiálů pro rozeznání těchto dvou druhů (vždy je nutno kombinovat více znaků, jednotlivě jsou znaky nevypovídající).



Drápy medvěda baribala
(foto Pavla Říhová)

medvěd hnědý**medvěd baribal**

Hlavní rozdíly mezi medvědem hnědým a baribalem (kresba David Říha)

Medvěd lední • *Ursus maritimus*

- ostré a zahnuté drápy, umožňující pohyb po ledu a uchopení kluzké kořisti
- zvláštností je, že na polštářcích tlap má papily, které také pomáhají při pohybu po ledu



Drápy medvěda ledního (foto Pavla Říhová)

Medvěd ušatý • *Ursus thibetanus*

- silné zakřivené drápy přizpůsobené pro šplhání po stromech



Drápy medvěda ušatého – přední tlapa, zadní tlapa (foto Pavla Říhová)

Medvěd pyskatý • *Melursus ursinus*

- dlouhé a výrazně zahnuté drápy



Drápy medvěda pyskatého (foto Pavla Říhová)

Medvěd malajský • *Helarctos malayanus*

- dlouhé, srpovitě zahnuté drápy

Drápy medvěda malajského (foto Pavla Říhová)



Medvěd brýlatý • *Tremarctos ornatus*

- středně dlouhé drápy vhodné ke šplhání

Drápy medvěda brýlatého (foto Pavla Říhová)



Další druhy zvířat zajímavé z hlediska drápů

Vlk obecný • *Canis lupus*

- psovitě šelmy nemají zatažitelné drápy, při chůzi jsou drápy neustále obroušované
- délka drápů 2-3,5 cm, záleží na míře obroušení



Vlčí drápy ze sbírek Národního muzea
(foto Dagmar Mirzoev)

Lenochod tříprstý • *Bradypus tridactylus*

- dlouhé, mírně zakřivené drápy
- drápy předních končetin měří 7-8 cm, zadních končetin 5-5,5 cm



Dráp a drápková kost lenochoda tříprstého
(foto Dagmar Mirzoev)

Mravenečník velký • *Myrmecophaga tridactyla*

- dlouhé, zahnuté a ostré drápy
- drápy předních končetin měří až 10 cm
- Přiložená fotografie pochází ze studie z Brazílie, kdy mravenečník při obranném chování drápy smrtelně zranil člověka, když mu drápy poranil tepnu.



Drápy mravenečníka (foto Vidal Haddad Junior, Botucatu School of Medicine, São Paulo State University, Brazil)

Jezevec lesní • *Meles meles*

- zakřivené, silné a protáhlé drápy využívané při hloubení rozsáhlých nor
- délka je v řádu jednotek centimetrů



Drápy jezevce (foto Secret World Rescue Centre, provided by Lancashire Badger Group)

Kur domácí • *Gallus gallus f. domestica*

- nejedná se o drápy, ale o tzv. **kohoutí ostruhy**, ostré výrůstky na zadní straně pařátu kohoutů, při kontrole by mohly být zaměnitelné s drápy savců
- ostruhy jsou tvořeny keratinem, slouží jako zbraň k ochraně hejna nebo k soupeření s jinými samci



Kohoutí ostruhy (foto Dagmar Mirzoev)

Použitá literatura

- Akhtar, W., & Edwards, H. G. M. (1997). Fourier-transform Raman spectroscopy of mammalian and avian keratotic biopolymers. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 53(1), 81–90.
- Al-Kelani, M., et al. (2024). Exploring Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy: Theory, practices, and a comprehensive array of applications. *Biophysical Reviews*, 16, 109–141. <https://doi.org/10.1007/s12551-023-01042-1>
- American Veterinary Medical Association. (2019). Declawing of domestic cats: Literature review on the welfare implications. AVMA.
- Andersson, A., & Gibson, L. (2018). Missing teeth: Discordances in the trade of hippo ivory between Africa and Hong Kong. *African Journal of Ecology*, 56(2), 235–243. <https://doi.org/10.1111/aje.12441>
- Baker, B. W., Jacobs, R. L., Mann, M.-J., Espinoza, E. O., & Grein, G. (2020). Identification guide for ivory and ivory substitutes (4th ed.). CITES Secretariat & WWF.
- Beckingham, B., Apintiloaiei, A., Moore, C., et al. (2023). Hot or not: Systematic review and laboratory evaluation of the hot needle test for microplastic identification. *Microplastics & Nanoplastics*, 3, 8. <https://doi.org/10.1186/s43591-023-00056-4>
- Berec, M., Vodrazkova, M., & Setlikova, I. (2021). Tracking the wildlife trade: Usability of shipment identifiers in the CITES Trade Database. *Global Ecology and Conservation*, 28, e01635. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01635>
- Berec, M., Vrsecka, L., & Setlikova, I. (2018). What is the reality of wildlife trade volume? CITES Trade Database limitations. *Biological Conservation*, 224, 111–116. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.05.025>
- Berkovitz, B., & Shellis, R. P. (2018). *The teeth of mammalian vertebrates*. Academic Press.
- Berkovitz, B., & Shellis, P. (2017). *The teeth of non-mammalian vertebrates*. Academic Press.
- Bonhams. (2010). A whale tooth pendant necklace, Tabua, Republic of Fiji Islands. <https://www.bonhams.com/>
- Bothma, J. du P., & Le Riche, E. A. N. (1995). Evidence of the use of rubbing, scent-marking and scratching posts by southern Kalahari leopards. *Journal of Arid Environments*, 29(4), 511–517.
- Bragulla, H. H., & Homberger, D. G. (2009). Structure and functions of keratin proteins in simple, stratified, keratinized and cornified epithelia. *Journal of Anatomy*, 214(4), 516–559. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2009.01066.x>
- Brasington, T., Hadley, J., Stahler, D. R., Stahler, E. E., & Cassidy, K. A. (2023). A visual guide to wolf dentition and age determination: For researchers and wildlife professionals. *Wildlife Biology*.
- Brasington, T., Hadley, J., Stahler, D. R., Stahler, E. E., & Cassidy, K. A. (2024). The dynamics of wolf dentition (Part 2). <https://www.globalwildliferesources.com/copy-of-the-dynamics-of-wolf-dentitionpart-1>
- Bryant, H. N., et al. (1996). Claw retraction and protraction in the Carnivora: Skeletal microvariation in the phalanges of the Felidae. *Journal of Morphology*, 229(3), 289–308.
- Campbell-Staton, S. C., Arnold, B. J., Gonçalves, D., Granli, P., Poole, J., Long, R. A., Pringle, R. M. (2021). Ivory poaching and the rapid evolution of tusklessness in African elephants. *Science*, 374, 483–487. <https://doi.org/10.1126/science.abe7389>

- Canadian Conservation Institute. (2019).** The identification of natural fibres (CCI Notes 13/18). <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/identification-natural-fibres.html>
- Christiansen, P. (2007).** Canine morphology in the larger Felidae: Implications for feeding ecology. *Biological Journal of the Linnean Society*, 91(4), 573–592. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2007.00819.x>
- Clark, K., Bailey, T., Rist, P., & Matthews, A. (2014).** Comparison of three methods of onychectomy. *Canadian Veterinary Journal*, 55, 255–262.
- Clarke, S. (2004).** Shark product trade in Hong Kong and Mainland China and implementation of the CITES shark listings. *TRAFFIC East Asia*.
- Cui, F., Wen, H., et al. (1994).** Anisotropic indentation morphology and hardness of natural ivory. *Materials Science and Engineering C*, 2, 87–91.
- Davit-Béal, T., Chisaka, H., Delgado, S., & Sire, J.-Y. (2007).** Amphibian teeth: Current knowledge, unanswered questions, and future research directions. *Biological Reviews*, 82(1), 49–81. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2006.00003.x>
- Davit-Béal, T., Tucker, A. S., & Sire, J.-Y. (2009).** Loss of teeth and enamel in tetrapods: Fossil record, genetic data and morphological adaptations. *Journal of Anatomy*, 214(4), 477–501. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2009.01060.x>
- DeMouthe, J. F. (2006).** *Natural materials: Sources, properties and uses*. Elsevier.
- Dorotheum. (2017).** Wasekaseka. A fine Fijian whaletooth necklace composed of thirty tapered curved sections of whaletooth. <https://www.dorotheum.com/en/l/444151/>
- Edwards, H. G. M., Hunt, D. E., & Sibley, M. G. (1998).** FT-Raman spectroscopic study of keratotic materials: Horn, hoof and tortoiseshell. *Spectrochimica Acta Part A*, 54(5), 745–757.
- Espinoza, E. O., & Mann, M. J. (1993).** The history and significance of the Schreger pattern in proboscidean ivory characterization. *Journal of the American Institute for Conservation*, 32(3), 241–248.
- Espinoza, E. O., Shields, G. F., & Mann, M. J. (1990).** A method for differentiating modern from ancient proboscidean ivory in worked objects. *Current Research in the Pleistocene*, 7, 81–83.
- Espinoza, E. O., Baker, B. W., Moores, T. D., & Voin, D. (2009).** Forensic identification of elephant and giraffe hair artifacts using HATR-FTIR spectroscopy and discriminant analysis. *Endangered Species Research*, 9, 239–246.
- Espinoza, E. O., Mann, M. J., TRAFFIC, & WWF. (1999).** Identification guide for ivory and ivory substitutes. WWF & TRAFFIC.
- Faria, V. V., McDavitt, M. T., Charvet, P., Wiley, T. R., Simpfendorfer, C. A., & Naylor, G. J. P. (2013).** Species delineation and global population structure of Critically Endangered sawfishes (Pristidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 167(1), 136–164.
- Formanova, D., & Kubatova, A. (2025).** Identification of tiger and lion skulls: An illustrated guide for science and practice. *Zoologica Scripta*, 54(3), 291–304. <https://doi.org/10.1111/zsc.12716>
- Formanova, D., Pyszek, M., Horak, O., Sadkova, J., Rihova, P., & Kubatova, A. (2024).** Foramen ovale as a new determinative sign for the identification of tiger (*Panthera tigris*) and lion (*Panthera leo*) skulls. *Mammalian Biology*, 104, 107–114. <https://doi.org/10.1007/s42991-023-00388-x>
- Formanova, D., Rihova, P. & Zelena K. A. (2025).** Identification of big cats' skulls by palatine bones. *Zoologica Scripta*, 54(6), 755–763. <https://doi.org/10.1111/zsc.70011>

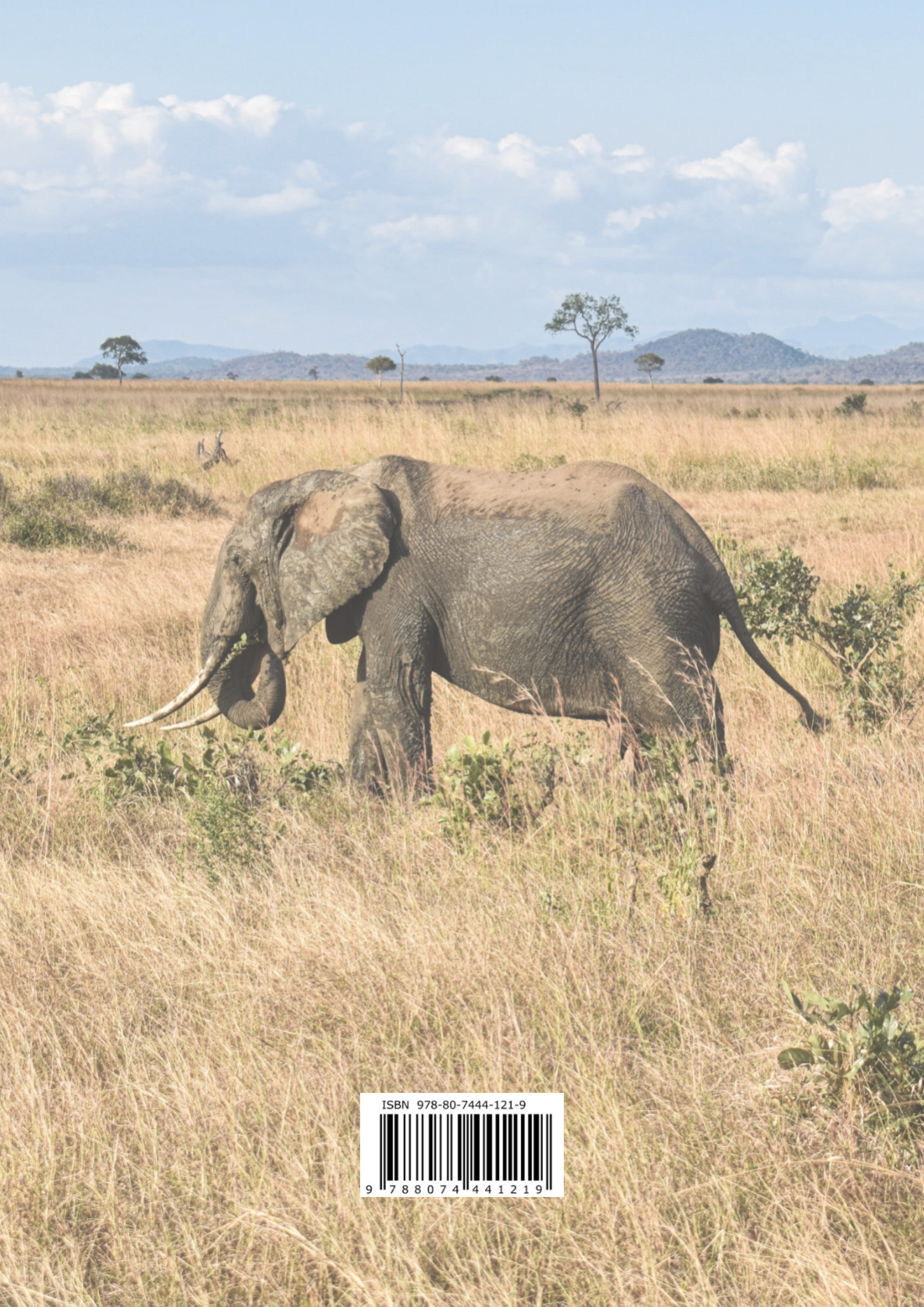
- Fowler, D. W., Freedman, E. A., & Scannella, J. B. (2009). Predatory functional morphology in raptors: Interdigital variation in talon size is related to prey restraint and immobilisation technique. *PLOS ONE*, 4(11), e7999.
- Garcia-Gonzalez, M., et al. (2020). Application of shark teeth-derived bioapatites as a bone substitute in veterinary orthopedics. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 574017.
- Gonyea, W. J. (1975). The form and function of retractile claws in the Felidae. *Journal of Morphology*, 145(2), 229–238.
- Gorman, M. L., & Londei, T. (2000). The cheetah (*Acinonyx jubatus*) dewclaw: A specialization overlooked. *Journal of Zoology*, 251(4), 535–537.
- Gossling, S., Kunkel, T., Schumacher, K., & Zilger, M. (2004). Use of molluscs, fish, and other marine taxa by tourism in Zanzibar, Tanzania. *Biodiversity and Conservation*, 13(14), 2623–2639.
- Green, J., Hankinson, P., de Waal, L., Coulthard, E., Norrey, J., Megson, D., & D’Cruze, N. (2022). Wildlife trade for belief-based use: Insights from traditional healers in South Africa. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 906398. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.906398>
- Grue, H., & Jensen, B. (1979). Formation of incremental lines in tooth cementum of terrestrial mammals. *Danish Review of Game Biology*, 11.
- Hansen, E. I. (2014). A Pawnee Bear Claw Necklace. Buffalo Bill Center of the West. <https://centerofthewest.org/2014/03/19/pawnee-bear-claw-necklace-2/>
- Haddad Jr., V. (2014). Human death caused by a giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) in Brazil. *Wilderness & Environmental Medicine*, 25(3), 376–378. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2014.07.010>
- Heggberget, T. M. (1984). Age determination in the European otter *Lutra lutra lutra*. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 49(5), 299–305.
- Hemmer, H. (1966). *Untersuchungen zur Stammesgeschichte der Pantherkatzen (Pantherinae)*. Zoologische Staatssammlung München.
- Homberger, D. G., et al. (2009). The structure of the cornified claw sheath in the domesticated cat. *Journal of Anatomy*, 214, 620–643.
- Hooper, S. (2013). “Supreme among our valuables”: Whale teeth tabua, chiefs and power in Eastern Fiji. *Journal of the Polynesian Society*, 122(2), 103–160.
- Horák, O., & Pyszko, M. (n.d.). Anatomický atlas veterinární odontologie. https://www.vetuni.cz/files/upload/904/1110_01_vystup_Anatomicky%20atlas%20veterinari%20odontologie.pdf
- Hudson, P. E., Corr, S. A., Payne-Davis, R. C., Clancy, S. N., Lane, E., & Wilson, A. M. (2011). Functional anatomy of the cheetah forelimb. *Journal of Anatomy*, 218(4), 375–385.
- Hupková, A., & Králík, M. (2015). Mikrostruktura tvrdých zubních tkání. Masarykova univerzita.
- Jiangzuo, Q., Liu, J. (2020). First record of the Eurasian jaguar in southern Asia and a review of dental differences between pantherine cats. *Journal of quaternary science*, 35(6), 817–830. <https://doi.org/10.1002/jqs.3222>
- Khedkar, G. D., Abhayankar, S. B., Nalage, D., Ahmed, S. N., & Khedkar, C. D. (2016). DNA barcode-based wildlife forensics for resolving the origin of claw samples using a novel primer cocktail. *Mitochondrial DNA Part A: DNA Mapping, Sequencing, and Analysis*, 27(6), 3932–3935. <https://doi.org/10.3109/19401736.2014.987270>
- Khannoon, E. R., Russell, A. P., & Tucker, A. S. (2015). Differential claw expression in geckos. *Evodevo*, 6(8). <https://doi.org/10.1186/s13227-015-0003-9>

- Klevezal', G. A., & Kleinenberg, S. E. (1967). Age determination of mammals from annual layers in teeth and bone. Israel Program for Scientific Translations (1969 translation).
- Kořínek, M., & Anděra, M. (n.d.). Jezevec lesní (*Meles meles*). BioLib – Biological Library. <https://www.biolib.cz/cz/taxon/idi707/>
- Kubatova, A., Zeleny, J., Novak, Z., Formanova, D., & Rihova, P. (2024). Legal and illegal trade in CITES protected mammals – a closer look at the European Union. *Deviant Behavior*, 46(12), 1755–1775. <https://doi.org/10.1080/01639625.2024.2407987>
- Kufnerová, J., Frouzová, J., Světlík, I., Weisssová, K., & Pachnerová Brabcová, K. (2025). Expert opinion versus radiocarbon dating in the ivory trade. *Global Ecology and Conservation*, 61. eo3659. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2025.eo3659>
- Liang, J., Li, H., Lu, T., Zhang, J., Shen, M., & Zhou, J. (2014). Identification characteristics of natural and imitation hornbill ivory. *Journal of Gemmology*, 34(1), 42–49.
- Locke, M. (2013). *Bone, ivory, and horn: Identifying natural materials*. Schiffer Publishing.
- Lyon, R. E. (2004). *Plastics and rubber: Flammability of polymers*.
- Mainka, S. A., & Mills, J. A. (1995). Wildlife and traditional Chinese medicine—Supply and demand. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 26(2), 193–200.
- Martell-Moran, N. K., Solano, M., & Townsend, H. G. G. (2018). Pain and adverse behavior in declawed cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 20(4), 399–403.
- Martens, L. L., et al. (2023). Effects of onychectomy on antebrachial myology across exotic Felidae. *Animals*, 13(15), 2462. <https://doi.org/10.3390/ani13152462>
- Martin, E. B. (1992). The trade and uses of wildlife products in Laos. *TRAFFIC Bulletin*, 13, 23–28.
- Marvan, F., et al. (2003). *Morfologie hospodářských zvířat*. Česká zemědělská univerzita v Praze, v nakl. Brázda, Praha. ISBN 80-209-0319-4.
- McCormick, J. P., & Parascandola, J. (1981). Dragon bones and drugstores. *Pharmacy in History*, 23(2), 55–70.
- National Park Service. (n.d.). Bear identification. U.S. Department of the Interior, National Park Service. <https://www.nps.gov/articles/bear-identification.htm>
- Nittu, G., et al. (2023). The tide of tiger poaching in India is rising. *GeoJournal*. <https://doi.org/10.1007/s10708-022-10633-4>
- Nowell, K. (2000). Far from a cure: The tiger trade revisited. *TRAFFIC Bulletin*, 19(2), 46–53.
- Nweeia, M. T., Eichmiller, F. C., Hauschka, P. V., et al. (2012). Vestigial tooth anatomy and tusk nomenclature for *Monodon monoceros*. *The Anatomical Record*, 295(6), 1006–1016. <https://doi.org/10.1002/ar.22449>
- O'Connor, S., Solazzo, C., & Collins, M. (2015). Advances in identifying archaeological traces of horn. *Studies in Conservation*, 60(6), 393–417.
- Palombo, M. R., & Villa, P. (2001). Schreger lines as support in Elephantinae identification. In *The World of Elephants – International Congress*, 1–7.
- Pasitschniak-Arts, M. (1993). *Ursus arctos*. *Mammalian Species*, 439, 1–10.
- Patronek, G. J. (2001). Assessment of claims of complications associated with onychectomy in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 219(7), 932–937.
- Pedersen, M. C. (2015). *Ivory*. NAG Press.

- Penteriani, V., et al. (2021).** Visual marking in mammals proved by manipulations of brown bear tree debarking. *Scientific Reports*, 11, 9492.
- Pickenpaugh, T. E. (1997).** Symbols of rank, leadership, and power in traditional cultures. *International Journal of Osteoarchaeology*, 7(5), 525–541.
- Purdy, R. (2006).** A Key to the Common Genera of Neogene Shark Teeth. National Museum of Natural History
- Radovčić, D., Oros Sršen, A., Radovčić, J., & Frayer, D. W. (2015).** Evidence for Neandertal jewelry: modified white-tailed eagle claws at Krapina. *PLOS ONE*, 10(3), e0119802. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119802>
- Reimers, E., & Nordby, O. (1968).** Relationship between age and tooth cementum layers in Norwegian reindeer. *Journal of Wildlife Management*, 32, 957–961.
- Revilla, E., et al. (2021).** Brown bear communication hubs. *Scientific Reports*, 11, 2954.
- Rodríguez-Hidalgo, A., Morales, J. I., Cebrià, A., Courtenay, L. A., Fernández-Marchena, J. L., García-Argudo, G., Marín, J., Saladié, P., Soto, M., Tejero, J. M., & Fullola, J. M. (2019).** The Châtelperronian Neanderthals of Cova Foradada (Calafell, Spain) used imperial eagle phalanges for symbolic purposes. *Science Advances*, 5(11), eaax1984. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax1984>
- Rose, J. A., Mehta, R. S., & Brainerd, E. L. (2014).** Functional osteology of the forelimb digging apparatus of badgers. *Journal of Mammalogy*, 95(3), 543–558.
- Russell, A., et al. (2001).** Claw retraction and protraction in the cheetah. *Journal of Zoology*, 254(1), 67–76.
- Sharma, C. P., Sharma, S., Sharma, V., & Singh, R. (2019).** Rapid and non-destructive identification of claws using ATR-FTIR. *Science & Justice*, 59(6), 675–683.
- Sharma, P., Satija, D., Sehgal, R., & Raj, S. (2017).** Non-destructive technique for individualizing trace evidence analysis of tiger nail. *Forensic Science and Criminology*, 2(1), 1–5. <https://doi.org/10.15761/FSC.1000114>
- Sharma, V., et al. (2016).** Identification of fake tiger claws using morphometric and DNA-based analysis. *Forensic Science International*. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.05.024>
- Shepherd, C. R., Kufnerová, J., Cajthaml, T., Frouzová, J., & Gomez, L. (2020).** Bear trade in the Czech Republic: an analysis of legal and illegal international trade from 2005 to 2020. *European Journal of Wildlife Research*, 66(8), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s10344-020-01425-7>
- Singh, R. R., Goyal, S. P., et al. (2006).** Using morphometric and analytical techniques to characterize elephant ivory. *Forensic Science International*, 162(1), 144–151.
- Sivulič, R., et al. (2025).** Claws and canines: Injury patterns following European brown bear attacks. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. <https://doi.org/10.1007/s12024-025-01001-y>
- Smuts, G. L., Anderson, J. L., & Austin, J. C. (1978).** Age determination of the African lion. *Journal of Zoology*, 185, 115–146.
- Su, X., & Cui, F. (1999).** Hierarchical structure of ivory: From nanometer to centimeter. *Materials Science and Engineering C*, 7, 19–29.
- SWFS. (2018).** Standards and guidelines for wildlife forensic analysis.
- Trapani, J., & Fisher, D. C. (2003).** Discriminating proboscidean taxa using Schreger pattern features. *Journal of Archaeological Science*, 30, 429–438.
- Tsang, L. R., Wilson, L. A. B., Ledogar, J., Wroe, S., Attard, M., & Sansalone, G. (2019).** Raptor talon shape and biomechanical performance. *Scientific Reports*, 9, 7076.

- U.S. Fish and Wildlife Service. (n.d.).** Grizzly bear (*Ursus arctos horribilis*).
- UNEP-WCMC. (2021).** Full CITES Trade Database (Version 2021.1).
- UNEP-WCMC. (2020).** Checklist of CITES species – CITES Identification Manual. CITES Secretariat, Geneva, Switzerland, & UNEP-WCMC, Cambridge, United Kingdom. <https://checklist.cites.org/>
- UNEP-WCMC. (2021).** Full CITES Trade Database (Version 2021.1).
- UNODC. (2014).** Guidelines on methods and procedures for ivory sampling and laboratory analysis. ICCWC.
- Ungar, P. S. (2010).** *Mammal teeth: Origin, evolution, and diversity*. Johns Hopkins University Press.
- Valášek, V., Pachnerová Brabcová, K., Kufnerová, J., Molnár, M., & Světlík, I. (2022).** Refining radiocarbon dating of ivory. *Radiation Protection Dosimetry*, 189, 675–680.
- Walker, D. N., & Thompson, R. P. (2022).** Wildlife forensic field manual. Association of Midwest Fish and Game Law Enforcement Officers.
- Washington Department of Fish and Wildlife. (n.d.).** Bear identification testing. Washington Department of Fish and Wildlife.
<https://wdfw.wa.gov/hunting/requirements/bear-identification-testing>
- Welten, M., Smith, M. M., Underwood, C., & Johanson, Z. (2015).** Evolutionary origins and development of saw-teeth in sawfishes and sawsharks. *Royal Society Open Science*, 2(9), 150189.
- White, P.A., Ikanda, D., Ferrante, L., Chardonnet, P., Mesochina, P. et al. (2016).** Age Estimation of African Lions *Panthera leo* by Ratio of Tooth Areas. *PLOS ONE*, 11(4): e0153648.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153648>
- Wilson, D. E., & Mittermeier, R. A. (Eds.). (2011).** *Handbook of the mammals of the world. Vol. 2: Hoofed mammals*. Lynx Edicions.
- Wilson, D. E., et al. (2009).** *Handbook of the mammals of the world. Vol. 1: Carnivores*. Lynx Edicions.

Zadní strana: foto Dominika Formanová



ISBN 978-80-7444-121-9

