

# Forenzní metody a wildlife kriminalita



**CENTRUM ENVIRONMENTÁLNÍCH  
FOREZNÍCH VĚD**

**Ústav pro životní prostředí  
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy**





# **Forenzní metody a wildlife kriminalita**

**Pavla Říhová  
Zdeněk Novák  
Dominika Formanová**

**CENTRUM ENVIRONMENTÁLNÍCH FORENZNÍCH VĚD**

**2024**

Autoři:

- Mgr. Pavla Říhová
- Mgr. Zdeněk Novák
- RNDr. Dominika Formanová, Ph.D.

Kresby: David Říha

Fotografie: Autoři jsou uvedeni u jednotlivých fotografií v textu.

© Centrum environmentálních forenzních věd, 2024

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, 2024

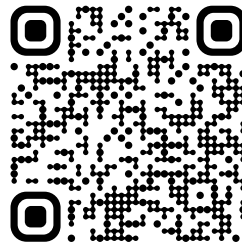
ISBN 978-80-7444-111-0

Publikace je primárně určena pro státní orgány prosazující právo, tj. Policii ČR, Celní správu ČR, Českou inspekci životního prostředí a státní zastupitelství. Dále je určena rovněž pro orgány ochrany přírody, forenzní experty a odborná pracoviště zabývající se danou problematikou.

Publikaci doprovází terénní příručka Metodika odběru vzorků pro forenzní dokazování v případech wildlife crime.

Oba materiály jsou elektronicky ke stažení zde:

<https://forensics.natur.cuni.cz/odber-vzorku/>



Projekt č. SS05010146 Metodika odběru vzorků pro forenzní dokazování v případech wildlife crime byl spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí v rámci Programu Prostředí pro život ([www.tacr.cz](http://www.tacr.cz); [www.mzp.cz](http://www.mzp.cz)).

ISBN 978-80-7444-111-0



9 788074 441110

#### Poděkování za konzultace a odbornou spolupráci:

- Univerzita Karlova:
  - prof. RNDr. Tomáš Cajthaml, Ph.D.
  - doc. RNDr. Jan Votýpka, Ph.D.
  - RNDr. Jakub Trubač, Ph.D.
  - RNDr. Zdena Škrob, Ph.D.
  - Bc. Arthur Sniegon
  - Mgr. Dagmar Svobodová
  - Ing. et Ing. Anna Kubátová, Ph.D.
- Česká společnost ornitologická:
  - Mgr. Zdeněk Vermouzek
  - Klára Hlubocká
- Veterinární univerzita Brno:
  - MVDr. Lucia Frgelecová, Ph.D.
- Ústav jaderné fyziky AV ČR:
  - Ing. Kateřina Pachnerová Brabcová, Ph.D.
- Ústav biologie obratlovců AV ČR:
  - Mgr. Jarmila Krojerová, Ph.D.
- Česká zemědělská univerzita:
  - Mgr. Barbora Černá Bolfíková, Ph.D.
- Kriminalistický ústav Policie ČR:
  - Ing. Hana Šuláková, Ph.D.
  - Mgr. Lucie Cuchalová, Ph.D.
- Policie ČR, Krajské ředitelství hl. m. Prahy, Odbor kriminalistické techniky a expertíz:
  - Mgr. Tomáš Rauscher
  - Ing. Filip Volek
- Policie ČR, Územní odbor Nymburk:
  - Bc. Viktor Vokál
- Generální ředitelství cel:
  - Mgr. Martin Kašpar (Odbor podpory pátrání)
  - Ing. Blanka Králová (Celně technická laboratoř)
- Česká inspekce životního prostředí:
  - Mgr. Martin Marko
  - Mgr. David Sedliský

#### Významné poděkování patří členům poradní skupiny projektu:

- RNDr. Ondřej Klouček, Ph.D. (Ministerstvo životního prostředí)
- RNDr. Jindřiška Jelínková, Ph.D. (Agentura ochrany přírody a krajiny)
- Ing. Silvie Ucová (Agentura ochrany přírody a krajiny)
- Mgr. Tomáš Vítek, MBA (Česká inspekce životního prostředí)
- Ing. Jana Štěpánková (Česká inspekce životního prostředí)
- plk. Mgr. Pavel Kuchynka (Generální ředitelství cel)
- pplk. Mgr. Lenka Šamonilová (Policejní prezidium ČR)
- Mgr. Kateřina Weissová (Vrchní státní zastupitelství v Praze)

# Obsah

	strana
<b>1. Wildlife kriminalita a forenzní metody</b>	<b>6</b>
1.1. Forenzní metody ve wildlife crime	7
1.2. Místo činu	9
1.3. Výběr odborníka/forenzního pracoviště	12
<b>2. Využívání forenzních metod v ČR</b>	<b>14</b>
<b>3. Zajištění důkazů a vzorků</b>	<b>17</b>
3.1. Odběry vzorků	18
3.2. Označování důkazů/vzorků	21
3.3. Balení/transport důkazů	23
3.4. Uskladnění důkazů	26
3.5. Důkazní řetězec	26
3.6. Předání do laboratoře	28
3.7. Likvidace zajištěných předmětů	28
<b>4. Morfologie</b>	<b>29</b>
4.1. Typy exemplářů z hlediska morfologického zkoumání	31
4.2. Balení exemplářů	42
4.3. Posouzení dle fotografií	42
4.4. Speciální posouzení	43
<b>5. Genetika</b>	<b>46</b>
5.1. Princip metody	46
5.2. Použití genetických analýz	49
5.3. Postup analýzy	52
5.4. Terénní testy	54
5.5. Odběry vzorků	54
5.6. Možné vzorky	57
<b>6. Patologie</b>	<b>73</b>
6.1. Kde se to stalo? Určení místa smrti	73
6.2. Kdy se to stalo? Odhad post-mortem intervalu	73
6.3. Jak se to stalo? Causa mortis - příčina a způsob smrti	77
6.4. Postup na místě nálezu	78
6.5. Balení kadáverů a přeprava	79
6.6. Veterinární patologické vyšetření	80
6.7. Příčiny úmrtí zvířat	83
<b>7. Toxikologie</b>	<b>96</b>
7.1. Jak rozpoznat trávení	98
7.2. Jedy způsobující otravy u volně žijících živočichů	99
7.3. Postup na místě nálezu otrávených živočichů	103
7.4. Balení otrávených kadáverů a návnad	106
7.5. Pitva a odběry vzorků pro toxikologické analýzy	107
7.6. Toxikologické analýzy	107
<b>8. Chemie</b>	<b>109</b>
8.1. Použití spektrometrů	109
8.2. Chemické analýzy	111
8.3. Proteinové analýzy (proteomika)	114

8.4. Imunologické, cytologické a klinické chemické vyšetření	114
8.5. Krevní stopy	115
<b>9. Radiouhlíkové datování</b>	<b>116</b>
9.1. Princip metody	116
9.2. Vzorky	117
9.3. Kontaminace, narušení analýzy	119
<b>10. Parazitologie</b>	<b>120</b>
10.1. Definice pojmu parazit	120
10.2. Odběry parazitologických vzorků	121
10.3. Možné komplikace při využití parazitů pro forenzní dokazování	125
10.4. Identifikace parazitů	125
<b>11. Forenzní entomologie</b>	<b>126</b>
11.1. Stanovení doby kolonizace	126
11.2. Průběh rozkladu	127
11.3. Odběr vzorků pro entomologickou analýzu	129
11.4. Přeprava vzorků	129
<b>12. Analýza stabilních a radiogenních izotopů</b>	<b>130</b>
12.1. Princip metody	130
12.2. Vytváření izotopových map	130
12.3. Využití analýzy stabilních izotopů jako forenzního důkazu	130
<b>13. Kriminalistická balistika</b>	<b>133</b>
13.1. Typy zbraní	133
13.2. Střelivo	135
13.3. Přídavná zařízení	137
13.4. Zajišťování a zkoumání balistických stop	138
<b>14. Daktyloskopie</b>	<b>139</b>
14.1. Princip metody a postup	139
14.2. Manipulace	140
14.3. Snímání otisků a wildlife kriminalita	140
<b>15. Otisky stop, pneumatik, nástrojů; vlákna a další</b>	<b>142</b>
<b>16. Forenzní botanika</b>	<b>143</b>
<b>17. Forenzní geologie</b>	<b>144</b>
<b>18. Jak legálně zasílat forenzní wildlife vzorky</b>	<b>145</b>
18.1. Veterinární povolení	145
18.2. CITES povolení	146
18.3. Proclení vzorků	148
<b>19. Ochranné pomůcky, osobní bezpečnost</b>	<b>149</b>
19.1. Nakládání s rizikovým materiálem (bushmeat, primáti)	150
19.2. Příklady zoonóz	151
19.3. Hygiena	152
<b>Příloha A: Seznam využitelných forenzních pracovišť</b>	<b>153</b>
<b>Příloha B: Ukázkový záznam o odběru vzorku</b>	<b>167</b>
<b>Příloha C: Zásady forenzní manipulace</b>	<b>168</b>
<b>Použitá literatura</b>	<b>170</b>
<b>Poznámky</b>	<b>174</b>

# 1. Wildlife kriminalita a forenzní metody



*Zastřelený mladý tygr určený pro výrobu tygřího masoxu. Operace Trophy rozkryla organizovanou skupinu, která v ČR nelegálně zabíjela tygry chované v zajetí a vyráběla z nich produkty ceněné ve vietnamské komunitě (foto Celní správa ČR).*

Využívání volně žijících druhů živočichů a planě rostoucích rostlin je výnosná činnost vytvářející prostor a motivaci pro nezákonné aktivity, jež mohou mít jednorázový i organizovaný charakter. Tato specifická forma kriminality zahrnuje nezákonný lov a sběr (pytláctví), nelegální dovoz, vývoz a obchod s wildlife a týrání zvířat. Často bývá spojena s dalšími typy trestné činnosti (padělání dokumentů, praní peněz, podvody, daňové úniky, korupce, ohrožení veřejného zdraví, obchod se zbraněmi, drogami ad.). Kromě rizika vyhubení cílových druhů, resp. negativního dopadu na jejich populace v přírodě, je tato kriminalita riziková i z pohledu ohrožení životního prostředí, narušení ekosystémů, působení socioekonomických škod, ohrožení bezpečnosti a zdraví a negativního vlivu na místní komunity. Zvláště závažnou hrozbou je možnost zavlečení nebezpečných chorob přenositelných na člověka nebo domácí zvířata a zavlečení invazních druhů působících velké hospodářské škody. V poslední dekádě bylo rovněž odhaleno alarmující propojení wildlife kriminality s terorismem, neboť obchod s některými cennými wildlife komoditami slouží jako zdroj financování teroristických skupin (Al-Shabaab, Boko Haram, Joseph Kony ad.), viz. Akční plán EU pro zesílení boje proti financování terorismu.

Zpráva UNODC Wildlife Crime Report 2024 podrobně dokumentuje aktuální rozsah nelegálního obchodu s wildlife. V letech 2015-2021 bylo celosvětově zaznamenáno 140 000 případů zabavení wildlife kontrabandu v celkem 162 zemích. Jednalo se o 4000 různých druhů živočichů a rostlin, z nichž 3250 bylo chráněno úmluvou CITES. Celkově bylo za 7 let zabaveno přes 13 milionů exemplářů (v přepočtu na váhu se jednalo o více než 16 000 tun wildlife zboží). Je však nutno zdůraznit, že se jedná pouze o odhalený nelegální obchod, resp. není známo, jaké množství kontrabandu zůstalo nezachyceno a neodhaleno (obecné odhady uvádí, že zachyceno bývá maximálně 10 % pašovaného zboží). Celkový rozsah nelegálního obchodu ani jiných forem této kriminality (pytláctví) nelze vyčíslit, neboť z principu



se jedná o aktivity skryté. Jejich odhalení závisí na efektivitě práce a personálních kapacitách orgánů vymáhajících právo.

Zpráva dále dokumentuje zvýšení podílu nelegálního obchodu na veškerém obchodu s wildlife od roku 2017. Nejvyšší úroveň tohoto podílu bylo dosaženo během pandemie COVID-19 v roce 2020 a 2021, kdy zachycený nelegální obchod tvořil 1,4–1,9 % celosvětového obchodu s wildlife. Pandemie COVID-19 do určité míry podobu obchodu s wildlife změnila, ale rozhodně ho nezastavila.

Přestože je vyvíjeno značné úsilí omezit wildlife kriminalitu, a to na mezinárodní i národní úrovni, nezákonné aktivity přetrvávají po celém světě. Pachatelé jsou velmi flexibilní a přizpůsobují své metody daným okolnostem. Využívají rozdílů mezi právními režimy v různých státech, mezer v legislativě, znají možnosti a slabé stránky konkrétních enforcement orgánů, upravují trasy zboží dle důkladnosti kontrol, využívají politické kontakty, nové technologie, manipulují s veřejným míněním či poptávkou na koncových trzích apod.

Boj proti wildlife kriminalitě vyžaduje efektivnější spolupráci a koordinaci mezi jednotlivými státy, dotčenými státními orgány i podporu a zapojení mezinárodních institucí jako je Interpol, Europol, World Customs Organisation, International Consortium on Combating Wildlife Crime ad. Jeho nezbytnou složkou je také úzká spolupráce s odborníky, podpora rozvoje forenzní vědy a vývoj nových technologií.

Problémy v boji proti wildlife kriminalitě	
<ul style="list-style-type: none"><li>• malé povědomí o závažnosti této kriminality a jejich možných rizicích</li><li>• nedostatek personálních kapacit orgánů vymáhajících právo</li><li>• slabá motivace pracovníků (nedocení práce, špatné finanční ohodnocení ad.)</li><li>• absence specializovaných útvarů</li><li>• nedostatek odborných znalostí</li><li>• rozdílné kompetence</li><li>• absence standardizovaných postupů</li><li>• nedodržení důkazního řetězce</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• nedostatek pátrání (činnost je pouze reaktivní, nikoli proaktivní)</li><li>• špatná koordinace akcí, nesdílení informací</li><li>• rozdílná legislativa v různých státech</li><li>• absence mezinárodní spolupráce</li><li>• nedostatek expertů a forenzních pracovišť</li><li>• korupce, politické vlivy</li><li>• absence kapacit pro umístění zabavených exemplářů</li></ul>

## 1.1. Forenzní metody ve wildlife crime

Forenzní vědy se zabývají aplikací vědeckých metod při dokazování nelegální činnosti, resp. podporují prosazování práva pomocí odborných vědeckých poznatků. V trestním řízení je zapotřebí prokázat, zda se stal trestný čin uvedený ve zvláštní části trestního zákoníku, zda ho spáchala určitá osoba a dané osobě je potřeba prokázat subjektivní stránku trestního činu (trestné činy proti životnímu prostředí jsou z hlediska subjektivní stránky trestné činy spáchané v úmyslu!). Zjišťují se rovněž okolnosti mající vliv na nebezpečnost činu, na stanovení následků a výši škody a další důležité okolnosti. I ve správním řízení mají státní orgány povinnost zjistit přesně a úplně skutečný stav věci a musí si opatřit dostatečné podklady pro rozhodnutí. Pro získání potřebných informací lze využít různé postupy, včetně využití forenzních metod dokazování.

Odhalování wildlife kriminality vyžaduje vysokou úroveň odborných znalostí a je spojeno s narůstající potřebou odborných vyjádření a znaleckých posudků, bez nichž závažné kauzy prakticky nelze řešit. **Forenzní analýzy a spolupráce s odborníky jsou v současné době pro vyšetřování wildlife kriminality nezbytné!** Státní orgány potřebují spolupracovat s odbornými pracovišti, která jsou

schopna zodpovědět položené dotazy, provést potřebné analýzy a zpracovat požadované výstupy v potřebné kvalitě odpovídající mezinárodně uznávaným standardům.

Forenzní věda se primárně řídí potřebami orgánů prosazujících právo a řeší klíčové otázky, které je třeba při vyšetřování zodpovědět. Spolupracující experti a odborná pracoviště proto musí mít zkušenosti s forenzními principy a požadavky dokazování. Oslovení vědeckých institucí bez forenzních zkušeností ve většině případů není dostačující.

V akademickém prostředí jsou k vědeckému výzkumu často využívány nejmodernější technologie a zařízení, pro aplikovanou praxi však toto vybavení obvykle nebývá využitelné. Ve většině případů jde o velmi nákladná zařízení s drahým provozem a státní orgány na takové typy analýz nemají finanční zdroje (obecně preferují spíše nízkonákladové analýzy a techniky). Dalším důvodem je primární zaměření akademických institucí na výzkum, resp. vědecká pracoviště obvykle nemají kapacity fungovat jako servisní pracoviště pro státní správu.

Z výše uvedeného vyplývá, že při dokazování wildlife kriminality se státní orgány neustále potýkají s nedostatkem vhodných expertů a potřebných forenzních pracovišť. Nejedná se pouze o problém České republiky, ale i mnoha dalších států. Častá je také skutečnost, že pokud jsou již k dispozici forenzní experti zaměřeni na živočišné druhy, většina z nich se zabývá případy tzv. human crime, tj. trestnými činy týkajícími se člověka (vraždy, napadení atd.) a zkoumá psy, kočky, koně, hmyz (forenzní entomologie) apod. Expertů specializovaných na volně žijící druhy zvířat a wildlife kriminalitu je poměrně málo.

Wildlife případy a s nimi související požadavky na forenzní dokazování jsou velmi různorodé. Může se jednat o auto se zbytky krve upytlačených zvířat, o pašovaná živá zvířata zachycená na letišti, výrobu prášků a mastí z tygrů a medvědů, vycpaniny zvířat nalezené při domovní prohlídce, mrazáky plné kadáverů v preparátorské dílně, pašované nosorožčí rohy, slonovinové sošky v obchodech se starožitnostmi, výrobky ze vzácných dřev, nálezy otrávených zvířat a návnad, vybírání vajec a mláďat z hnízd dravých ptáků, pašování papoušcích vajec, žraločí ploutve na rybářské lodi, nastražená železa v lese, tradiční medicínu v kufrech cestujících z Asie atd.

Potřebné analýzy mohou zahrnovat různé forenzní metody, z nichž některé byly přeneseny z běžné kriminalistické praxe, jiné však byly vyvinuty speciálně pro vyšetřování wildlife kriminality. Podle otázek, na něž je potřeba získat odpovědi, by měla být zvolena vhodná forenzní metoda.

Základních 7 kriminalistických otázek zní **kdo, co, kde, kdy, jak, proč a čím**. U případů wildlife kriminality jsou však tyto otázky specifické: je nutné identifikovat konkrétní živočišné či rostlinné druhy, analyzovat biologické vzorky, které nepocházejí od člověka, stanovit příčinu smrti, geografický původ atd.

### Specifické otázky u případů wildlife kriminality

• Co to je?	• Druh živočicha či rostliny
• Odkud to je?	• Geografický původ? • Odkud byl exemplář dovezen? • Je z přírody, či odchovu?
• Kdo to je?	• Jedná se o potomka uváděných rodičů? • Identita konkrétního exempláře
• Kolik tomu je?	• Určení stáří exempláře/předmětu
• Příčina smrti	• Jak a čím byl exemplář zabit nebo zraněn?

## 1.2. Místo činu

Forenzní zkoumání je obvykle založeno na zkoumání důkazů a stop zajištěných na místě činu, při domovní prohlídce, prohlídce jiných prostor, kontrole při dovozu apod. Je spíše ojedinělé, že při těchto akcích jsou přímo přítomni forenzní experti. Obvyklejší je situace, že k forenznímu zkoumání jsou předány důkazy či vzorky, které shromáždil na daném místě někdo jiný. Proto je nezbytné, aby pracovníci orgánů činných v trestním řízení znali zásady správného postupu při zajišťování důkazů na místě činu a odběru vzorků a měli alespoň základní povědomí o wildlife kriminalitě. Nelze spoléhat na to, že na místě bude vždy přítomný policista specializovaný na environmentální kriminalitu. K wildlife případům dochází i v odlehlých oblastech a v časech, kdy je malá pravděpodobnost, že se na místo činu mohou obratem dostavit zrovna tito specializovaní vyšetřovatelé. Obvyklá je spíše situace, že jsou povoláni policisté z výjezdové služby (nemusí být k dispozici ani technik) a budou muset provést všechny potřebné úkony sami.

Při zpracování místa činu je důležité najít, identifikovat, shromáždit a uchovat důkazy tak, aby byly k dispozici pro další zkoumání. Místo činu je nutno chránit, koordinovat činnost a postupovat tak, aby byly sebrány a zajištěny **všechny potřebné důkazy**. Nikdy nelze zajistit příliš mnoho důkazů! Při práci je nutno eliminovat riziko zničení, znehodnocení či kontaminace stop a důkazů. Pokud jsou zničeny či znehodnoceny špatným postupem, nelze je nahradit. Přehlédnuté důkazy nelze zpětně získat.

Základním pravidlem forenzní vědy je tzv. **Locardův princip výměny**, který ve stručnosti říká, že „každý kontakt zanechává stopu“. Profesor Edmond Locard (1877-1966) byl francouzský vědec, jeden z prvních průkopníků forenzní vědy.

*„Kamkoli vkročí, čehokoli se dotkne, cokoli zanechá, byť nevědomky, bude proti němu sloužit jako tiché svědectví. Nejen jeho otisky prstů nebo nohou, ale i jeho vlasy, vlákna z oblečení, sklo, které rozbije, stopy po nástroji, který zanechá, barva, kterou poškrábe, krev nebo sperma, které nanese nebo nasbírá. To vše, a ještě více, svědčí proti němu. To jsou fyzické věcné důkazy. Nemohou být ovlivněny emocemi v daném okamžiku. Jsou přítomné, protože na místě byli lidé. Fyzický důkaz se nemůže mýlit, nemůže křivě svědčit, nemůže zcela chybět. Jeho hodnotu může snížit pouze lidská neschopnost jej najít, prostudovat a pochopit.“*

Prof. Edmond Locard

### Prohlídka místa činu

Vstup na místo činu má být omezen pouze na potřebné osoby a měla by být zachována jen jedna přístupová cesta. Nejprve probíhá prvotní obhlídka. Následuje důkladné a systematické prohledávání dle určeného vzoru (v pásech, dle mřížky, spirály, po zónách), které slouží k objevení a shromáždění všech položek, jež by mohly být zajímavé pro vyšetřování.

**Možné důkazy** mohou být různého typu:

- živočichové či jejich pozůstatky (živá zvířata/rostliny, kadávery, vycpaniny, kly, zuby, drápy, kosti, lahve s výluhy a vývary, prášky, kožešiny atd.);
- další mrtvá těla zvířat v okolí;
- biologické stopy (srst, peří, vlasy, krev, sliny, zvratky, výkaly, otrávené návnady...);
- drobné předměty (nedopalky cigaret, vlákna, úlomky skla...);
- zbraně, střely, fragmenty střel;
- zanechané věci (plechovky, pasti...);
- stopy obuvi, pneumatik, stopy zvířat;
- známky zvířecích bojů v místě (např. nadměrné množství vytrhaných chlupů/peří, narušená/zabarvená půda, slehlá tráva);
- dokumenty (i na dokumentech mohou být otisky a dotyková DNA);
- otisky, dotyková DNA (DNA může být na plechovce, lahvi, sklenici, na pastech, obalech zásilek, návnadách, nábojnicích, nedopalcích, na šátku, klobouku, masce, použitém kapesníku...);
- ad.

Zejména v případech podezření na otravu volně žijících živočichů musí prohlídka místa pokrýt poměrně velkou oblast, jelikož běžné jsou i sekundární otravy a další kadavery se mohou nacházet ve větší vzdálenosti. Doporučován je poloměr vyhledávání minimálně 250 m kolem počátečního místa nálezu. K těmto prohlídkám mohou být využity speciálně cvičení psi (viz kapitola Toxikologie).

V případech podezření na nelegální zástřely mohou být nalezeny vystřelené nábojnice, zbytky střel apod., a to i ve větší vzdálenosti. S vyhledáváním tohoto typu může pomoci **detektor kovů** (výhodné např. na zasněženém povrchu). Existují speciální detektory, které naleznou i malé střely a jejich fragmenty a umí rovněž rozlišit olovo a ocel.

## Dokumentace místa činu

Výsledky ohledání musí být řádně zdokumentovány, aby byla prokazatelná jejich důkazní hodnota. Dokumentace slouží mimo jiné jako důležitý podklad pro další forenzní zkoumání. Cílem dokumentace je vytvořit takový obraz o situaci na místě činu, aby každý, kdo nebyl osobně přítomen ohledání, byl schopen si vytvořit ucelenou představu o prošetřované události, příp. tato událost mohla být rekonstruována. Ke zdokumentování průběhu a výsledku ohledání místa činu se využívá **protokol o ohledání místa činu, fotografie a videozáznam, grafické náčrty a schémata** (topografie a měření). Za obsahovou část dokumentace odpovídá vedoucí výjezdové skupiny, nebo orgán činný v trestním řízení. Za kvalitu technických úkonů a jejich provedení zodpovídá technik, který je provádí a také zpracovává jejich dokumentaci.

### Protokol o ohledání místa činu

Pravidla pro zpracování protokolu o ohledání místa činu stanoví trestní řád. Do protokolu se uvádí vše, co bylo na místě zjištěno, je nutno dbát na objektivní zachycení situace, věci, stop i postupu ohledání. Neuvádí se úvahy, domněnky, ani tvrzení přítomných svědků a dalších osob.

Základní informace, které by protokol měl obsahovat:

- název instituce, individuální číslo případu;
- jména osob provádějících ohledání (označení vedoucího výjezdové skupiny, technika ad.);
- jména přítomných znalců či dalších přítomných osob;
- datum a čas oznámení, jméno a kontakt oznamovatele;
- adresa a GPS souřadnice místa činu;
- datum a čas zahájení ohledání místa činu a jeho ukončení;
- povětrnostní podmínky (teplota, srážky, vítr ad.);
- blízké stavby, které mohou být důležité (větrné mlýny, elektrické vedení, silnice);
- vzdálenost od nejbližší cesty;
- detailní popis provedených úkonů;
- seznam zajištěných důkazů a vzorků;
- seznam vyslechnutých osob.

Kromě protokolu a jeho zákonem daného obsahu je však na základě letitých zkušeností s případy wildlife crime doporučeno si při realizacích a ohledáních místa činu ad. zároveň **psát vlastní detailní poznámky** (příp. nahrát namluvené do mobilu). Do protokolu není možné některé věci uvádět, často je i snaha psát protokol co nejstručněji. Vlastní poznámky a postřehy z místa činu mohou později jak vyšetřovatelé, tak znalcům poskytnout mnoho cenných informací.

### Fotografie/video

Fotografie a videa objektivně zachycují skutečnost v daném čase a místě a mají tak velkou informační hodnotu pro vyšetřovatele a experty, kteří nebyli na místě přítomni. Nikdy není pořízeno příliš mnoho fotografií! Je podstatně lepší nafotit dvojnásobek fotografií, než se dotýčný pracovník na místě domnívá, že je potřebné, než jich pořídí nedostatek nebo nezachytí důležité prvky.

Forenzní fotografie je systém fotografických metod používaných k dokumentaci důkazů za účelem jejich následného zkoumání. Může zachycovat místo činu a jednotlivé důkazy, ale i jejich následné zkoumání, dokumentaci kadáverů a průběh jejich ohledání, vyšetřovací experiment, zkoumání dokumentů apod.

Pro dokumentaci by měly být využívány digitální zrcadlovky nebo kompaktní fotoaparáty s vysokým rozlišením (ne fotoaparáty mobilních telefonů). Na fotoaparátu musí být správně nastavené datum a čas. Součástí základní výbavy jsou i náhradní baterie, paměťové karty, blesk, stativ, měřítko a evidenční štítky s čísly.

Pořadí pořizovaných snímků by mělo být vždy celek => střední záběry => detailní záběry. Fotografuje se zvnějšku dovnitř, od celku k detailům, z dálky do blízkosti.

**Přehledové fotografie** poskytují informace o místě a jeho okolí, vztahu k lokalitě, k blízkým stavbám (panoramatický pohled) ad. Významné pevné orientační body (budovy, výrazné přírodní struktury, stromy) pomohou získat celkový obraz.

**Fotografie ze střední vzdálenosti** se zaměřují na bližší pohled na nalezené stopy, přitom však stále poskytují informace o jejich prostorovém vztahu k místu činu.

**Detailní fotografie** se pořizují u jakéhokoli objektu zájmu/stopy. Předmět se vždy nejprve fotografuje na místě, kde byl nalezen. Dle potřeby je poté možno ho přemístit na vhodnější místo pro fotografování a v detailu nafotit z různých stran (použít tmavé pozadí či přisvícení, pokud je třeba). Jednotlivé stopy se označují štítky s čísly. Fotí se primárně pod úhlem 90° (kvůli eliminaci zkreslení), ale je vhodné zhotovit i další fotografie z různých úhlů (některé znaky mohou být pod určitým úhlem viditelnější). Fotografie se pořizují s měřítkem (pravítko, páska) i bez něj (nutno zhotovit obě verze). Na malé předměty je vhodné využít makrofotografii. Dokumentace absence důkazu může být stejně cenná jako jeho přítomnost.

Detailní fotografie mohou zachycovat determinačně důležité znaky dle požadavků znalce (např. Schregerovy úhly na předmětech ze slonoviny), zranění, stopy po kousnutí či podezřelé změny na kadáveru (změna barvy, zakalené oči, přítomnost krve, hmyzu), krevní stopy, otisky bot, pneumatik atd.

Pro kriminalistickou a forenzní fotografii platí základní pravidla:

- postupovat od celku k detailům;
- nefotografovat živé osoby;
- nefotografovat části těla lidí (vyšetřovatele, technika) bez ochranných pomůcek;
- fotografie vždy dělat s měřítkem i bez něj, primárně v 90° úhlu;
- vyplnit rám (maximalizovat velikost zájmového objektu na detailní fotografii);
- maximalizovat hloubku ostrosti;
- zálohovat, nemazat, nepřejmenovávat fotografie (kopie fotografií mohou být zpracovány za účelem zvýšení jejich kvality, původní soubory s původními názvy však musí být zachovány a žádný původní snímek nesmí být odstraněn - zachovat číselnou řadu).

Pro nahrávání videa platí stejné zásady, jaké jsou uvedeny výše. Video se nahrávají bez zvuku a bez osob. Použití stativu zvýší kvalitu nahrávek. Video nemůže nahradit fotografie, pouze je doplňuje. Za určitých situací je pořízení videa nezbytné (např. odečítání čísel kroužků na noze ptáka).

K dokumentaci místa činu se někdy využívají i **drony**. V takovém případě musí být dodržena pravidla pro provoz a pilot se musí nacházet mimo místo činu. Pro řádnou dokumentaci by měly být uskutečněny 3 lety – přehledový let dokumentuje místo jako celek, druhý let ve 2/3 výšce, třetí let v 1/2 výšce kvůli zachycení bližších detailů. Záznam z dronu může být zpracován pomocí 3D modelování (fotogrammetrie, videogrammetrie).

## Náčrtek, schéma

Nákresy se zhotovují ručně nejprve na místě činu nahrubo, později jsou doplněny detaily. Zachycují pozici důkazů a stop, důležitých okolních bodů a celkovou přibližnou podobu místa činu. Náčrtek by měl zaznamenat i skutečné vzdálenosti, které byly na místě činu změřeny, či rozměry objektů. Nelze předem určit, které informace jsou v dané kauze podstatné, rozhodující jsou konkrétní okolnosti. Náčrtky by měly být zhotoveny i při realizacích např. v chovatelských zařízeních (přesná poloha klecí, výběhů, zvířata v nich umístěná apod.).

Informace ke sběru, zajištění a přepravě důkazů a vzorků a k důkaznímu řetězci jsou uvedeny v kapitole Zajištění důkazů a vzorků.

## 1.3. Výběr odborníka/forezního pracoviště

Mnoho různých osob disponuje znalostmi o živočišných a rostlinných druzích (zoologové, botanici, vědci, inspektoři, veterináři ad.), to však samo o sobě nebývá postačující, protože musí být splněny i forezní požadavky a důkazní standardy potřebné pro soud.

Experti a spolupracující odborná pracoviště musí dodržovat určité specifické postupy a splnit potřebná kritéria. Patří mezi ně zkušenost v oblasti forezní vědy, schopnost udržet důkazní řetězec, používání protokolů a standardů pro příslušné metody, dodržování postupů balení a přepravy atd. Používané metody zkoumání musí být vědecky podloženy a reprodukovatelné, aby mohly obstát před soudem.

U některých metod jsou zapotřebí **expertní znalosti konkrétních odborníků** se zkušeností s daným typem zkoumání, určitými taxony či typy exemplářů (např. morfologie). Nelze automaticky předpokládat, že takovými znalostmi disponuje jakýkoli pracovník s odborným vzděláním či instituce jako celek. Je nutný pečlivý výběr a oslovení konkrétního experta.

Poměrně sporným bodem u pracovišť zabývajících se forezními metodami v oblasti wildlife kriminality je případný požadavek na akreditaci. Příslušnou akreditační normou je ISO 17025, která se zabývá systémy kvality laboratorní práce. Akreditace však nevyovídá nic o zkušenostech a znalostech daných odborníků, ale potvrzuje, že pracoviště má nastaveny systémy kontroly kvality práce v laboratoři, jež jsou pravidelně auditovány. Udělení akreditace a její udržení je značně finančně náročné, z tohoto důvodu naprostá většina forezních pracovišť zabývajících se wildlife tuto akreditaci nemá a ani o ní nehodlá žádat. Určitým alternativním systémem je certifikace od Society for Wildlife Forensic Science ([www.wildlifeforensicscience.org/](http://www.wildlifeforensicscience.org/)), která má pro určité forezní postupy týkající se wildlife nastaveny procesy certifikace.

K získání odpovědí na odborné otázky lze v ČR dle § 105 trestního řádu č. 141/1961 Sb. využít dva právní instituty:

- **odborné vyjádření** - jednodušší forma, obsahuje méně pravidel pro zpracování. Odborné vyjádření podává osoba disponující potřebnými odbornými znalostmi. Jde o listinný důkaz a zpracovatel vystupuje před soudem jako svědek.
- **znalecký posudek** - určen řadou formálních pravidel pro přiřazení znalce a zpracování posudku. Znalci jsou zapsáni pro jednotlivé obory, odvětví a specializace v seznamu znalců na [www.justice.cz](http://www.justice.cz). Jako důkaz slouží znalecký posudek a výslech znalce před soudem.

Pro obě formy je společná potřeba odborných znalostí u konkrétní osoby. Znalec ani zpracovatel odborného vyjádření nehodnotí důkazy, neřeší právní otázky a je povinen zachovávat mlčenlivost, které ho může zprostit zadavatel.

Základní požadavky, jež musí expert či odborné pracoviště plnit:

- Předání důkazů/vzorků ke zkoumání musí probíhat s **předávacím protokolem a oproti podpisu**.
- Při předání by měla být zkontrolována **neporušenost balení** (plomba apod.).
- Důkazy/vzorky musí být na odborném pracovišti **zabezpečeny proti neoprávněné manipulaci** (uzamčené prostory s omezeným přístupem).
- Na pracovišti musí být vedena **evidence předaných důkazů/vzorků** obsahující údaje jako je unikátní číslo vzorku, číslo důkazu uvedené v předávacím protokolu, datum předání, předávající instituce, typ a popis vzorku, podrobnosti o zkoumání či analýze (metoda, data analýz, výsledky analýz), závěry zkoumání. Velkou chybou může být situace, kdy laboratoř vede vlastní číselný systém, jehož číslování se liší od čísel vzorků či předaných stop v protokolu a není udržena provázanost.
- Před rozbalováním důkazů musí být fotograficky zdokumentována neporušenost jejich balení (plomby).
- Veškerá manipulace s důkazy/vzorky musí být zaznamenána včetně postupných kroků při analýzách s uvedením data, času a jmen provádějících osob.
- Všechny dokumenty, výstupy z měření apod. musí být datovány a podepsány.
- Odborné pracoviště musí vést záznamy o komunikaci se zadavatelem. Rovněž vede záznamy o případném předávání důkazů/vzorků k doplňkovým zkoumáním na jiná pracoviště. Musí disponovat i záznamy o údržbě a kalibraci přístrojů, školení zaměstnanců, opatřeních k zamezení kontaminace apod.
- Zpracované odborné vyjádření či znalecký posudek musí obsahovat odpovědi na položené otázky a musí dodržet zákonné náležitosti (podávání znaleckých posudků se řídí zákonem č. 254/2019 Sb. o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech, v platném znění).

Spolupracující expert či odborné pracoviště může být vyzváno k **obhájení posudku před soudem**. Dle typu jde buď o podání svědectví (zpracovatel odborného vyjádření), nebo výslech znalce (znalecký posudek). Předvolaná osoba by měla být obeznámena se soudními postupy a dobře připravena. Otázky v jednacím síni klade soud, státní zástupce i obhajoba (obžalovaný, obhájce). Zpravidla jde o vysvětlení odborných otázek a pojmů, upřesnění závěrů, někdy však padají i agresivní a dehonestující dotazy obhajoby (je třeba se na takové situace psychicky připravit a nenechat se vyvést z míry, což je v takových situacích primárním cílem obhajoby).

## 2. Využívání forenzních metod v ČR

Z analýzy záznamů policie vyplývá, že ročně je v ČR šetřeno cca **200-300 trestných činů** proti životnímu prostředí (dle Hlavy VIII trestního zákona). Případy týkající se živočichů a rostlin tvoří z tohoto množství početně zdaleka nejvýznamnější část. Nejčastěji jsou šetřeny trestné činy týrání, chovu v nevhodných podmínkách a zanedbání péče, dále pak pytláctví a neoprávněné nakládání s chráněnými druhy.

Šetřené trestné činy proti životnímu prostředí (Hlava VIII TZ) dle statistik Policie ČR (zpracováno v součinnosti s Policejním prezidiem PČR).

Šetřené trestné činy proti životnímu prostředí										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Poškození ŽP (§ 293, 294), poškození chráněných částí přírody (§ 301)	7	8	?	9	13	12	6	16	9	23
Poškození vodního zdroje (§ 294a), neoprávněné vypuštění znečišťujících látek (§ 297)	0	1	?	1	0	1	0	0	0	1
Poškození lesa (§ 295)	12	8	?	2	1	5	3	1	0	1
Neoprávněné nakládání s odpady (§ 298, 298 a)	2	6	?	6	8	4	9	16	3	7
Neoprávněné nakládání s chráněnými druhy (§ 299-300)	42	36	?	25	18	39	40	38	49	23
Týrání zvířat, chov v nevhodných podmínkách, zanedbání péče (§ 302-303)	78	90	119	126	134	190	165	161	164	127
Šíření nakažlivé nemoci zvířat a rostlin (§ 306-307)	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0
Pytláctví (§ 304)	86	94	84	83	58	74	53	58	54	54
<b>PŘÍPADY CELKEM</b>	<b>236</b>	<b>251</b>	<b>203</b>	<b>268</b>	<b>255</b>	<b>343</b>	<b>291</b>	<b>322</b>	<b>291</b>	<b>267</b>



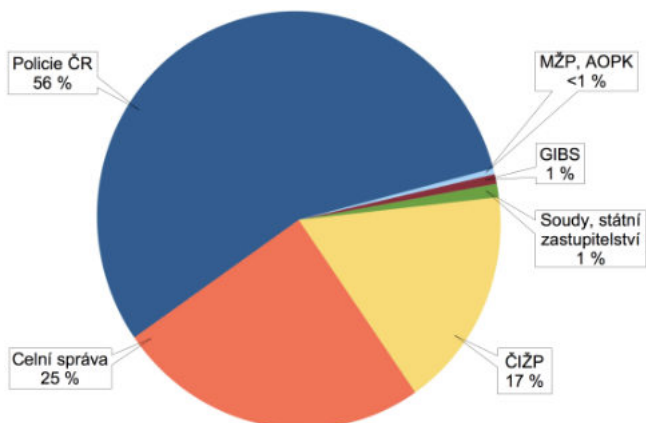
Počet odborných vyjádření a znaleckých posudků demonstruje vzrůstající potřebu odborné podpory vyšetřování u případů wildlife crime (mírný pokles v letech 2020-2022 souvisí s epidemií COVID-19, která způsobila celkový pokles kontrolní činnosti i snížení počtu řešených případů).

Odhalování a šetření wildlife kriminality vyžaduje vysokou úroveň odborných znalostí a je spojeno s narůstající potřebou forenzních analýz, odborných vyjádření a posudků. Bez této formy odborné podpory prakticky nelze závažné kauzy řešit. Dle analýzy provedené Centrem environmentálních forenzních věd PřF UK (CEFV) v součinnosti s Policií ČR (PČR), Celní správou ČR (CS), Českou inspekcí životního prostředí (ČIŽP), Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR (AOPK) ad. si státní orgány vymáhající právo při šetření případů wildlife kriminality v letech 2010-2022



vyžádaly **683 odborných vyjádření a znaleckých posudků**. Počet odborných vyjádření a posudků v průběhu let narůstá, trend vzrůstajících nároků státních orgánů na odbornou podporu je zcela zřejmý. Většina expertíz byla zpracována v podobě odborného vyjádření (celkem 640), znalecké posudky byly zastoupeny méně (41), což může být způsobeno nedostatkem soudních znalců v potřebných oborech.

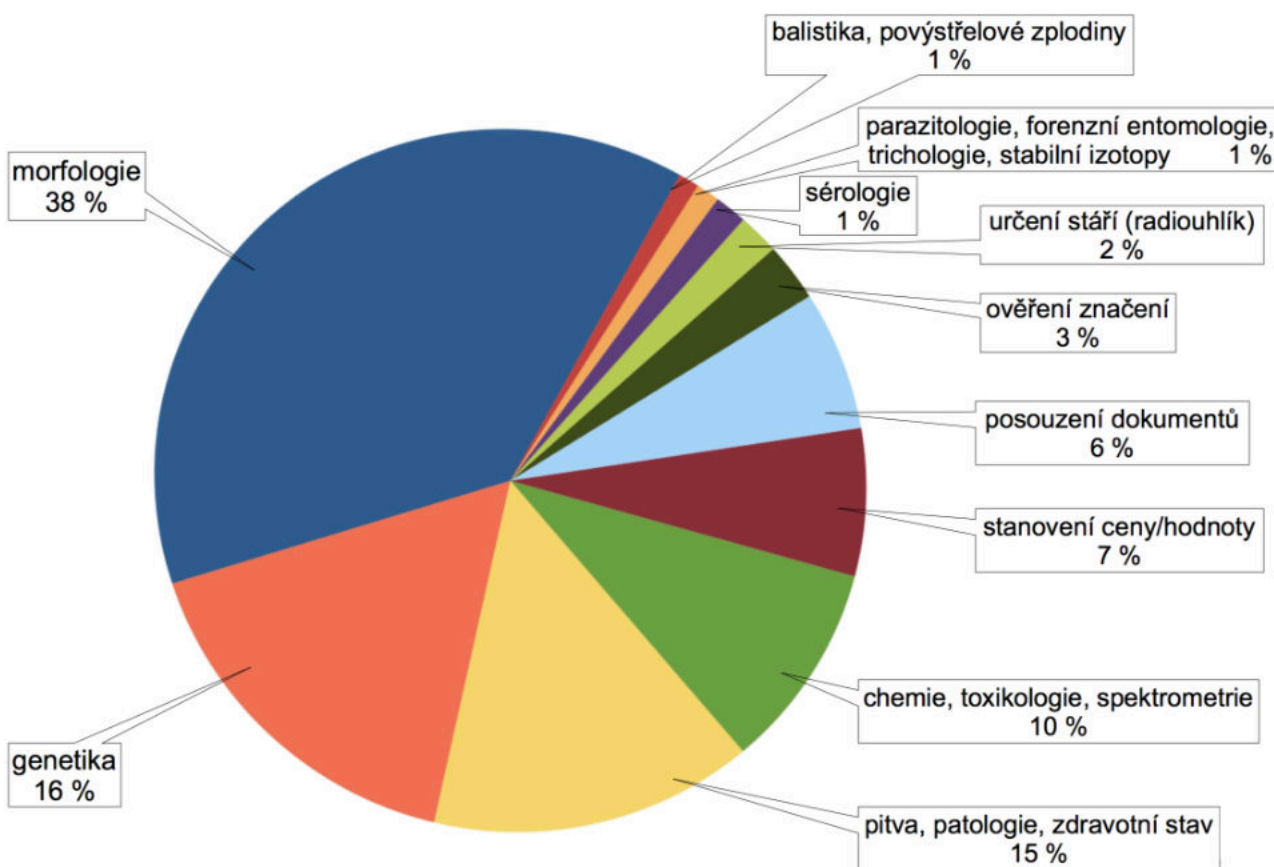
#### Státní instituce žádající o odborné posudky



Nejčastěji o posudky v případech wildlife crime žádala Policie ČR, dále pak Celní správa ČR a Česká inspekce životního prostředí. Minoritně posudky vyžadovaly soudy a státní zastupitelství, Generální inspekce bezpečnostních sborů, Ministerstvo životního prostředí a Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.

Struktura žadatelů o odborná vyjádření a znalecké posudky v případech wildlife crime.

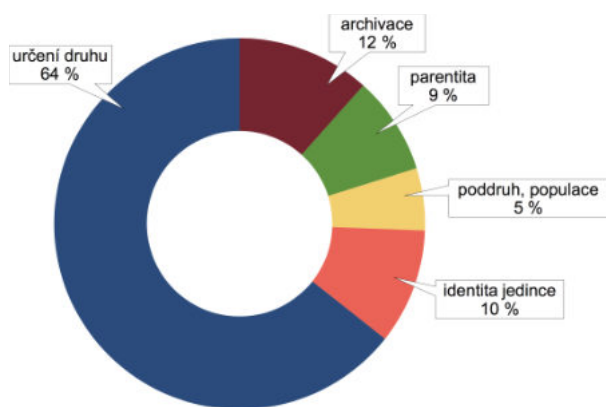
Nejvíce využívanou forenzní metodou v případech wildlife crime je **morfologie** sloužící k determinaci druhů živočichů či rostlin, posouzení produktů z nich, stavu exemplářů apod. Posudků z této oblasti bylo v daném období zpracováno 285. Morfologické posouzení exemplářů bývá prvním krokem při zkoumání. Posudky jsou obvykle doplněny rozбором legislativy včetně zařazení do kategorie ochrany u příslušných druhů, biologickými informacemi či informacemi o nelegálním obchodu s danými druhy.



Četnost používání různých forenzních metod v případech wildlife crime v ČR.

V některých případech jsou morfologické posudky doplněny i posouzením předložených dokumentů k exemplářům (např. CITES dokumentů, různých typů povolenek, výjimek opravňujících k držení chráněných zvířat, loveckých licencí ad.), toto záleží na znalostech zvoleného experta. Důležitým aspektem bývá také ověření identifikačního značení exemplářů (kroužky, mikročipy, identifikační fotografie...) příp. stanovení ceny nebo společenské/ ekologické hodnoty exemplářů, která je důležitá pro posuzování závažnosti daného činu a stanovení výše sankce.

### Zaměření genetických analýz



Struktura genetických analýz v případech wildlife crime v ČR.

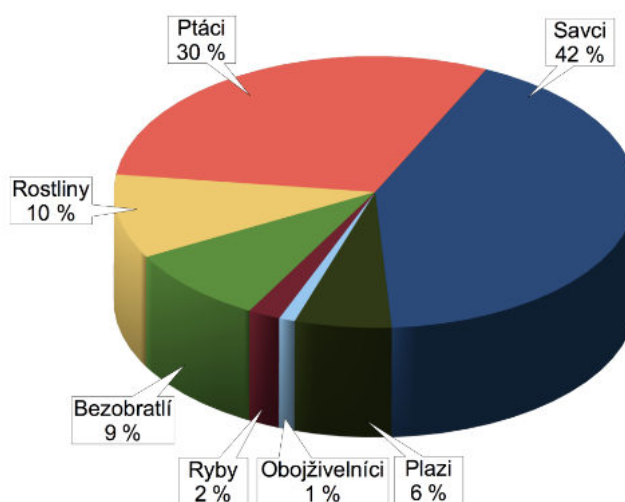
Druhou nejvíce využívanou forenzní metodou jsou **genetické analýzy**. Nejčastěji se jedná o určení druhu pomocí genetické analýzy, požadováno je i ověření identity jedince, příp. archivace jeho profilu DNA, stanovení příbuznosti, ověření populace nebo příslušnosti k poddruhu. V daném období bylo zpracováno 124 posudků.

Další významně využívanou oblastí forenzního dokazování jsou **pitvy, patologicko-anatomické posouzení a posouzení zdravotního stavu** zvířat. Celkem bylo zpracováno 100 posudků z této oblasti. Z chemických metod je nejčastěji využívána **toxikologie** (52 posudků), což je způsobeno početnými případy otrávených zvířat na území ČR.

Méně častým zadáním je ověření stáří exemplářů (např. slonoviny, loveckých trofejí, kůží apod.). V daném období bylo zpracováno 14 posudků, ve většině z nich šlo o **radiuhlíkové datování**. K druhovému určení živočichů, např. z krevních stop, je využívána **sérologie** (11 posudků v daném období, většina z nich se týkala kopytníků). Pouze v 6 případech byly požadovány posudky z oboru **balistiky**, vždy šlo o případy týkající se pytláctví šelem. Velmi ojediněle jsou zatím zadávány posudky z oblasti dalších forenzních metod - **parazitologie, bakteriologie** (4), **forenzní entomologie** (2), **trichologie** (1) a **stabilní izotopy** (1).

Z pohledu posuzovaných druhů jde při forenzním zkoumání nejčastěji o **savce** a **ptáky**. Tyto dvě skupiny jsou předmětem téměř 3/4 všeho forenzního zkoumání ve wildlife případech v ČR.

U třídy savců byly v daném období nejčastěji zkoumaným řádem **šelmy**, dále sloni (resp. slonovina), nosorožci a jiní kopytníci. V menší míře šlo o hlodavce (např. bobry), hrochy, mrože, luskouny, kytovce a primáty. U ptáků převažovalo zkoumání **dravců**, dále pak papoušků, sov a hrabavých (nejčastěji tetřevů a tetřívků, kteří jsou v ČR často pytláčeni). Z plazů byly nejčastěji zkoumány **želvy**. Co se týče bezobratlých, většina posudků se týkala druhové determinace **motýlů a brouků**, ojediněle šlo o determinaci korálů, mlžů a raků. U rostlin se vždy jednalo o druhovou determinaci, více než polovina posudků se týkala **kaktusů**, významnější kategorii také tvořily rostliny používané v tradiční čínské medicíně. Ojediněle bylo zastoupeno posuzování orchidejí, sněženek a dřeva.



Počet posudků týkajících se jednotlivých taxonů.

### 3. Zajištění důkazů a vzorků

Zajištěný biologický materiál může hrát důležitou roli ve vyšetřování wildlife případů. Různé forenzní metody zkoumání umožňují získat informace, které napomáhají zodpovědět důležité otázky. Forenzní věda je založena na správném sběru, zpracování a vyhodnocení důkazů, proto je třeba manipulaci s důkazy a odběr potřebných vzorků provádět adekvátními způsoby. Pokud mají být důkazy u soudu přípustné, musí s nimi být náležitě zacházeno, včetně správné dokumentace a uchovávání. Nejde pouze o případné znehodnocení, např. přirozeným biologickým rozkladem nebo kontaminací (včetně kontaminace pocházející od lidí, kteří se vzorky manipulují), ale klíčové je rovněž udržení tzv. **důkazního řetězce**. Zpochybnění důkazů je bohužel běžnou praxí během soudních řízení, proto je nutné, aby příslušné orgány s důkazy správně nakládaly již při jejich zajištění na místě činu a poté i v průběhu celého řízení.

U wildlife crime případů může docházet k situacím, že na místě není přítomen technik či policista se zkušeností s tímto typem případů, proto je důležité, aby základním povědomím o zásadách sběru forenzních wildlife důkazů disponoval co nejširší okruh pracovníků orgánů činných v trestním řízení i pracovníků kontrolních orgánů. Zásadní věcí je zajistit, aby sběr důkazů byl nezpochybnitelný, nedošlo ke kontaminaci a důkazy byly řádně zdokumentovány a uchovány.

Při zajišťování důkazů a odběru vzorků musí být dodržena tato pravidla:

- z každého zajištění, odběru, manipulace s důkazy/vzorky musí být sepsán **protokol** se záznamem přesného místa (lokalita, GPS souřadnice), data, času a jména odpovědného pracovníka;
- **zajištění místa nálezu** a přístupové cesty k němu tak, aby nedošlo k zničení (zašlapání) možných stop v okolí;
- **fotografie celkové** - vyfotografování důkazu na místě tak, aby bylo z fotografie zřejmé, kde se nalézá (ještě před manipulací s ním);
- **rukavice** - při manipulaci s každým důkazem je nutno používat rukavice, aby nedošlo k jeho kontaminaci a zároveň jako ochrana před možnou nákazou. Rukavice mezi manipulací s jednotlivými důkazy je třeba vyměňovat!
- **další důkazy** - na tělech zvířat (v srsti, opeření), na návadách (vejce), uvnitř zásilky, na pastech apod. mohou být stopy, které mohou pomoci určit osobu, která s předmětem přišla do kontaktu. Případné sejmutí otisků prstů, latentní DNA, vláken apod. by mělo být provedeno dříve, než s danou věcí bude dále manipulováno. V okolí místa nálezu mohou být nalezeny trasologické stopy, stopy po střelbě ad.
- **záznam** - každá zajištěná položka/odebraný vzorek musí být zaevidována v protokolu s uvedením čísla, pod kterým zároveň byla fotografována;
- **informace** - je nutné zjistit a zaznamenat co nejvíce doplňujících informací, např. popis místa nálezu, podmínky okolního prostředí, v případě kauz nelegálního obchodu způsob přepravy, údaje o zemi původu, transportní cestě, délce transportu atd. U kadáverů je nutno zkontrolovat pomocí vhodné čtečky, zda není v těle mikročip (čtečky mikročipů jsou komerčně dostupné, příp. jimi disponují veterináři a inspektoři ČIŽP). Je-li exemplář doprovázen jakýmkoli písemným materiálem (popisný štítek, certifikát, doklad o původu, identitě, stáří, převodu majetku, fotografie atd.), je nutno jej též zajistit a zdokumentovat.
- **fotografie detailní** - vyfotografování důkazu v celkovém pohledu, ze všech stran a z různých úhlů. Je třeba použít měřítko, vyfotografovat morfologické detaily a detaily, které by mohly identifikovat konkrétní exemplář (popisy, značení, např. číslo kroužku, tetování atd.).
- **zabalení** - každý důkaz je nutno zabalit jednotlivě do příslušného samostatného obalu (separujte důkazy od sebe). Kadávery podléhající rychlé zkáze a vzorky tkání je vhodné umístit do dvojitého balení, během přepravy musí být zabezpečeny tak, aby nedošlo k úniku tekutin a pachů. Křehké důkazy musí být pečlivě zajištěny.
- **zapečetění** - každé balení musí být zapečetěno, aby nedošlo k neoprávněné manipulaci;

- **štítek/popis** - každé balení se značí číslem případu, datem, časem zajištění a unikátním číslem důkazu nebo vzorku. Unikátní označení umožní pozdější jednoznačnou identifikaci, propojení s dalšími informacemi a vyloučí záměnu. Popis musí být dostatečně trvalý, aby vydržel dlouhodobé skladování (zejména budou-li důkazy/vzorky uskladněny v mrazu či chladu, je nutno je označit tak, aby se popisy nerozpily a nerozmočily, budou-li konzervovány ethanolem, aby únik ethanolu nezničil popis apod.).
- **fotografie balení** - zabalené důkazy/vzorky je nutno vyfotografovat;
- **fotografie rozbalení** - při rozbalování předmětu/vzorku v laboratoři a při dalším zkoumání je zapotřebí vyfotografovat nepoškozenost balení/plomby apod.

### 3.1. Odběry vzorků

Odběry vzorků pro forenzní analýzy lze rozlišit na:

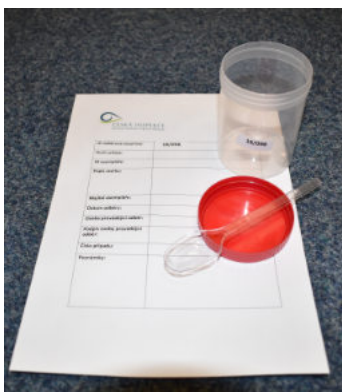
- odběry z živých zvířat. V určitých případech, např. při odběru krve, musí být úkon prováděn způsobem osobou, tj. veterinárním lékařem.
- odběry z neživých exemplářů. Jejich provedení záleží na typu exempláře a požadované metodě zkoumání.

Vzorky jsou odebírány do různých typů odběrových nádob. Jejich velikost a tvar je nutno volit podle typu a množství odebíraného materiálu, zvolené forenzní metody a způsobu dalšího využití vzorku (blíže v následujících kapitolách). Vhodnější je volit nádoby z plastu, sklo se může rozbít.



Různé typy odběrových zkumavek vyrobené z plastu odolného vůči chladu, lze je bezpečně skladovat i v podmínkách ultra chladu (-80°C) (foto Zdeněk Novák).

Různé typy odběrových tamponů (foto Zdeněk Novák).



Nádobka na odběr trusu (foto Dominika Formanová).



Papír na sušené krevní skvrny. Existuje řada produktů na bázi filtračního papíru, do něž se krev vsákne, např. FTA karty nebo papír Whatman 903 (foto Dominika Formanová).



Sada pro odběry vzorků DNA, UK (foto Pavla Říhová).

Pokud je to možné, měly by být odběry prováděny v prostředí, které snižuje riziko kontaminace a které lze po manipulaci s biologickým materiálem snadno vyčistit a dezinfikovat. Pro samotné provedení odběru vzorků je zapotřebí určité technické vybavení a nástroje. V případě většího množství vzorků či vzorků z více různých jedinců je nutné nástroje mezi odběry sterilizovat (eliminovat vzájemnou kontaminaci), nebo mít k dispozici více sad nástrojů.

V některých státech (např. ve Velké Británii, USA, JAR) mají policisté k dispozici speciální forenzní sady pro odběr wildlife vzorků, které usnadňují odběry v terénu. Jedná se však téměř výhradně o sady určené k odběrům pro analýzy DNA.

#### **Přehled nástrojů a možného vybavení:**

- ✓ skalpel, chirurgické nůžky
- ✓ kleště, peány
- ✓ anatomická pinzeta, jehla, sonda
- ✓ stěrka na trus
- ✓ elektrická vrtačka (vrtáky různého průměru), minibruska
- ✓ odběrové zkumavky s 96% ethanolem, EDTA nebo roztokem typu shield
- ✓ tyčinky na buklální stěry, stěry tekutiny, DNA... (FLOQSwabs apod.)
- ✓ sklíčka na krevní roztěry
- ✓ páska na sejmutí DNA z povrchů
- ✓ 96% ethanol
- ✓ filtrační papír, FTA karty (Whatman)
- ✓ dlouhý teploměr se sondou

#### **Materiál pro balení důkazů/vzorků:**

- ✓ plastové pytle
- ✓ plastová fólie
- ✓ pevný uzavíratelný kontejner na přepravu pytlů s biologickým materiálem
- ✓ nádoba na ostré předměty
- ✓ krabice na vejce
- ✓ entomologické krabice
- ✓ sáčky se zip uzávěrem
- ✓ těsnicí pásky, plomby
- ✓ větší plastové nádoby
- ✓ plastové zkumavky různých velikostí
- ✓ papírové obálky, krabice
- ✓ allobal
- ✓ chladič taška/box
- ✓ silikagel

#### **Materiál pro dokumentaci a popis:**

- ✓ záznamové listy, formuláře
- ✓ štítky, visačky
- ✓ psací potřeby (pera, tužky, ořezávátko, nesmazatelný popisovač)
- ✓ fotoaparát, nabitá náhradní baterie, nabíječka, karty
- ✓ měřicí pásmo, měkký metr, pravítko
- ✓ čísla pro označení stop
- ✓ kalibrovaná váha

#### **Ochranné pomůcky:**

- ✓ jednorázové nitrilové rukavice
- ✓ ochranný oblek Tyvek
- ✓ gumové boty
- ✓ rouška, respirátor
- ✓ ochranné brýle
- ✓ papírové utěrky
- ✓ desinfekční sprej
- ✓ desinfekční a čisticí prostředky
- ✓ antibakteriální mýdlo
- ✓ základní lékárnička

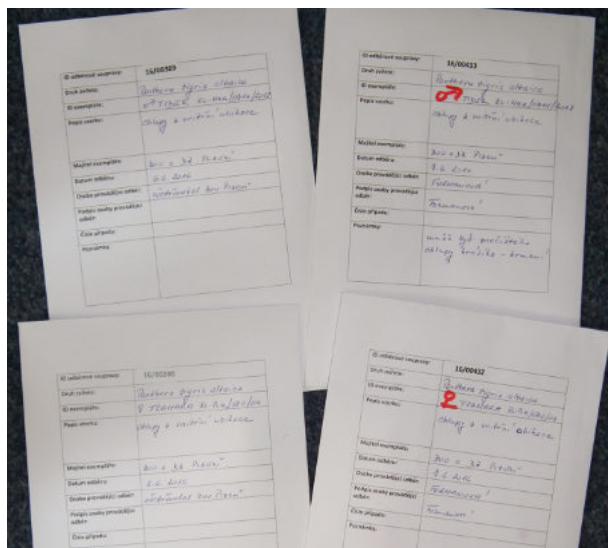
Obecně platí, že pokud je vzorek suchý/zpracovaný a nepodléhající zkáze (např. kožešina, srst, slonovina, prášek), měl by být uložen v suchu při pokojové teplotě. Pokud je vzorek mokrá nebo vlhký (např. stěry, tkáň, krev, celý kadáver), měl by být uložen ve zmrazeném stavu. Výjimkou je, pokud má být u kadáveru provedena pitva. Zmrazení kadáveru změní histologický stav a vzhled tkání, proto by pitva měla být provedena ještě před zamrazením exempláře.

Proces odběru je nutno dokumentovat: vyfotografujte novou nepoužitou odběrovou nádobu či sáček na vzorky, průběh odběru a zapečetěný důkazní sáček se vzorkem uvnitř.

## Záznam o odběru

Ke každému odebranému vzorku musí být sepsán záznam o odběru, který by měl obsahovat potřebné informace o vzorku. Z tohoto důvodu je vhodné mít předem připravené odběrové sety, které již obsahují předtisknuté doplňovací formuláře s následujícími informacemi:

- unikátní číslo odběrové nádoby/soupravy;
- identifikace vzorku;
- druh zvířete;
- identifikace jedince (identifikační označení);
- držitel jedince/zdroj;
- popis vzorku;
- datum a místo odběru;
- důvod odběru;
- jméno odebírající osoby (a její podpis);
- instituce;
- číslo případu;
- poznámky.



V ideálním případě by měly být zaznamenány i doplňující údaje o exempláři, např. pohlaví, věk či věková třída, hmotnost nebo další charakteristiky.

Vzor záznamů o odběru vzorku (foto Dominika Formanová).

Dle legislativy ČR policisté na místě činu neseписují záznam o odběru, ale výstupem je protokol nebo úřední záznam. Pokud je však mezi provedenými úkony odběr vzorků, měly by tyto dokumenty obsahovat výše uvedené informace.

Při **činnosti správních orgánů**, například při kontrole dle zákona č. 255/2012 Sb. (kontrolní řád) či správním řízení (dle zákona č. 500/2004 Sb., správní řád), by o odběru vzorku měl být sepsán protokol, neboť při odběru bývá často přítomen účastník řízení, typicky držitel exempláře. Mimo řízení se ustanovení o protokolu použijí přiměřeně. Pokud je vzorek odebírán pracovníky správního orgánu bez přítomnosti dalších osob, postačuje sepsání úředního záznamu, obsah dokumentu by však měl být v zásadě totožný s ohledem na nutnost dostatečně popsat proces odběru.

Protokol (úřední záznam) o odběru vzorku by měl obsahovat:

- označení správního orgánu;
- místo a čas odběru;
- identifikační údaje přítomných osob;
- popis „zdrojového“ exempláře: živý/neživý, druhové určení, nezaměnitelné označení (pokud je), jiné označení (pokud je), bližší popis (pohlaví, velikost, druh výrobku, podoba preparátu apod.), soupis k exempláři předložených dokladů (druh dokladu, číslo), případně lze doplnit fotodokumentací (uvést její pořizovací číslo do protokolu);
- **vyličení průběhu odběru**: jaký vzorek byl odebrán (druh, množství), jakým způsobem byl odebrán, použité pomůcky a jak byl zajištěn (druh a unikátní číslo odběrové sady), případně zda a jakým způsobem je odběrová sada chráněna proti neoprávněné manipulaci („zapečetění“), případně lze doplnit foto či videodokumentací (uvést její pořizovací číslo do protokolu);
- jméno, příjmení a funkci nebo služební číslo oprávněné úřední osoby, která odběr a manipulaci se vzorkem provedla;
- podpis oprávněné úřední osoby a dále všech osob, které se jednání nebo provedení úkonu zúčastnily;
- případně skutečnost odepření podpisu (například ze strany držitele exempláře), důvody odepření a námitky proti obsahu protokolu.

Výše uvedené údaje nemusí být uvedeny na samostatném dokumentu, postačuje, pokud se například nacházejí na obalu odběrové sady s unikátním číslem a na tuto odběrovou sadu s údaji přímo odkazuje jiný, „hlavní“ dokument (například protokol o kontrole, protokol o ohledání věci apod.), nebo je popis odběru vzorku přímo součástí takového „hlavního“ dokumentu.

### 3.2. Označování důkazů/vzorků

Odběrové nádoby musí být označeny **unikátním identifikačním číslem**. Není vhodné je pouze číslovat jednoduchými pořadovými čísly, nebo čísly stop (při odběrech na více místech, či z více zdrojů může dojít k použití stejných čísel, což může způsobit problémy a záměny). Doporučujeme proto využívat předem připravené odběrové sety s vygenerovanými unikátními čísly, příp. používat systém označování čárovým kódem.

**Každý jednotlivý důkaz/vzorek musí být označen individuálně.** K označení se využívají štítky, plomby, popisy odběrových nádob, sáčky s čárovými kódy (tzv. orgatechy, viz dále).

Pouze v případě, že je zajišťováno velké množství shodných exemplářů (např. 50 identických figurek), lze je společně zabalit a takové balení označit jedním štítkem. Je ale vhodnější i tyto menší exempláře opatřit zjednodušenou formou identifikace, která bude obsahovat číslo důkazu a lomítko, za kterým bude pořadové číslo věci v dané skupině.

Současná praxe zajišťování a označování wildlife důkazů v ČR spočívá především ve využívání klasických způsobů orgánů činných v trestním řízení, tj. číslování stop a použití orgatechů, příp. plomb. Při tomto způsobu však nebyvají přímo u zajištěného důkazu k dispozici dostatečné informace (zvláště v případech, kdy jsou odebírány vzorky), resp. je nutné tyto informace posléze pracně dohledávat dle čísel stop v protokolech z realizací aj. Pouze ČIŽP má pro účely odběru wildlife vzorků vyrobeny speciální odběrové sady s předtištěnými záznamy o odběru, kde se určité informace vyplňují (plastové nádoby na odběr trusu, zkumavky pro odběr krve či tkáně, štětičky na stěry DNA, FTA papír na krevní vzorky ad.). Tyto záznamy pak putují se vzorkem.

Z tohoto pohledu se jako vhodnější způsob jeví **používání identifikačních štítků (Evidence Tag)** připevněných přímo na důkazy, které využívají např. státní orgány v USA. Výhodou tohoto způsobu označování může být zároveň i lepší evidence a přehlednost důkazů.

#### Typy štítků/visaček

Základním typem u suchých důkazů/vzorků je **štítek** připevněný provázkem, drátem či jiným vhodným způsobem k dané věci, případně k balení, ve kterém se nachází. Tento typ lze použít u většiny wildlife exemplářů větších velikostí (např. vycpaniny). V USA využívají štítky z materiálu **Tyvek**, který je voděodolný a nedá se roztrhnout, povrch se přitom jeví jako papír. Jedná se o stejný materiál, který je využíván např. pro náramky na koncerty (<https://www.toptape.cz>). V ČR štítky z Tyveku nejsou komerčně dostupné (v případě zájmu je nutno zvážit zadání výroby).

Dalším vhodným typem jsou **štítky tzv. manila typu**, což je pevnější papír s vyztuženým očkem na provléknutí provázku či drátu.



Štítky manila typu (foto Zdeněk Novák).

Štítky by měly být dostatečně velké, aby se na ně vešly požadované informace. Pouze v případě menších vzorků, kde nelze dostatečně velký štítek použít, postačí označit vzorek unikátním číslem s tím, že další relevantní informace jsou uvedeny na záznamu o odběru.

Pokud je zapotřebí označit předmět, na který nelze podobný štítek připevnit, např. odebraný vzorek krve či tkáně ve zkumavce či plastové nádobě, jsou používány **samolepicí štítky**. Na samolepicí štítky se obvykle píše pouze identifikace ve zjednodušené formě (např. unikátní číslo). Ostatní údaje se uvádí na záznam o odběru připevněný či vložený do obálky, v níž je zkumavka uložena.

Co se týče samolepicích štítků obvyčejné nalepovací štítky často v mrazáku odpadávají, proto je vhodnější používat typ obecně označovaný jako **kryo štítek**, který je mrazuvzdorný - např. CryoLabel s teplotní odolností do  $-196^{\circ}\text{C}$  (teplota tekutého dusíku). Provizorním řešením může být umístění zkumavky se vzorkem a nalepeným obvyčejným štítkem ještě samostatně do plastového obalu.



Samolepicí kryo štítek  
(foto Zdeněk Novák).

**Čárové či QR kódy** na štítcích mohou být propojeny přímo s evidencí vzorků. Pomocí čtečky pak lze získat detailní informace o daném předmětu či vzorku, které jsou uloženy v evidenci či databázi vedené danou institucí.



Čárové kódy používané v JAR pro vzorky nosorožčích rohů (foto Pavla Říhová).

Systém nalepovacích čárových kódů je dlouhodobě úspěšně používán např. v JAR pro odběry vzorků nosorožčích rohů. Státní orgány JAR disponují sériemi štítků s čárovými kódy, které jednak unikátně označují odebraný vzorek, ale zároveň ho posléze propojují s dalšími fázemi jeho analýzy.

Při odběrech vzorků nosorožčích rohů je štítek s kódem nejprve použit pro konkrétní odebraný vzorek, štítky se stejným kódem jsou poté lepeny i na zkumavky v průběhu zpracování analýzy DNA a na finální protokol. Celý proces odběru a zpracování vzorku se tak odehrává pod stejným kódem.

### Značení/popis

Na štítcích/visačkách je kromě informací vztahujících se k případu nejdůležitější **individuální identifikace** daného důkazu či vzorku. V ideálním případě je k dispozici číselná řada štítků/visaček s předtištěnými čísly, která se neopakují. Vhodná je i **kombinace čísla a čárového či QR kódu**, která může zjednodušit následnou administrativu. Pokud má instituce k dispozici čtečku čárových/QR kódů a například elektronickou databázi případů a vzorků, může efektivně provádět jejich inventarizaci či kontrolu. Níže jsou zobrazeny různé možnosti označení stejného vzorku č. 02555.



Různé možnosti označení stejného vzorku - manila štítek, kryo štítek, QR kód (foto Zdeněk Novák).



Vhodnými popisovači jsou permanentní fixy, případně i propiska - záleží na materiálu, z něhož je štítek vyroben. Popisování zkumavek či jiných nádob vyrobených z plastu může být problematické, jelikož ne všechny typy permanentních popisovačů jsou odolné vůči smývání. V některých případech se vzorky dávají do různých roztoků, aby se zastavily rozkladné procesy. Fixačním médiem bývá např. **ethanol**, který smývá většinu popisovačů. Při ukládání vzorku do zkumavky či jejím otvírání je třeba dávat pozor, aby únikem fixačního media nedošlo k poškození/smytí označení vzorku.

Existují permanentní popisovače určené speciálně pro laboratorní účely, které odolávají extrémním teplotám a zároveň velmi dobře drží na plastech (např. Edding 8014, 8015 atd.), zároveň by měly odolávat i různým rozpouštědlům. Zkouškou na plastovém zip sáčku a jiných hladkých površích však bylo zjištěno, že i tyto fixy jsou smazatelné pomocí gázy namočené v ethanolu, tj. ani použití těchto popisovačů nezaručí odolnost označení vzorku.



Laboratorní popisovač (foto Zdeněk Novák).

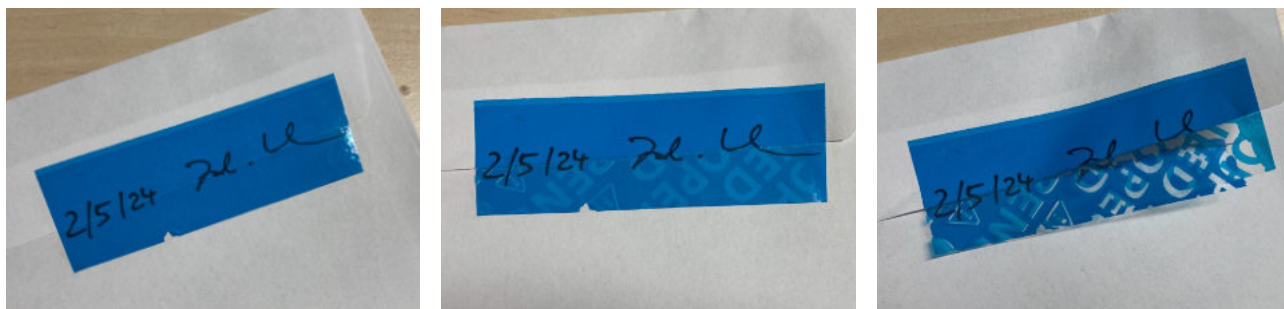
Z těchto důvodů doporučujeme **popisovat samolepicí štítek a ten následně lepit na nádobu**, nikoli popisovat přímo zkumavku či plastový sáček. Z hladkého plastového povrchu lze popisek s většími či menšími obtížemi odstranit nehtem či působením ethanolu, zatímco ze štítku je odstranění mnohem komplikovanější.

### 3.3. Balení/transport důkazů

Označené důkazy je zapotřebí vhodným způsobem zabalit a balení zapečetit. Způsob balení závisí na velikosti a charakteru baleného předmětu.

Vlhké věci (zvláště od krve) nesmí být baleny do neprodyšných obalů (igelit), aniž by byly následně bezprostředně předány do laboratoře nebo zamrazeny. Vlhkost je největším nepřítelem biologických stop a způsobuje jejich rychlou degradaci. Možností je takové důkazy/vzorky zamrazit, uložit do prodyšných papírových obalů, využít odběrové nádoby s desikantem, 96% ethanolu, roztokem typu DNA/RNA Shield apod.

Suché předměty lze vložit do obálky, která je poté zalepena bezpečnostní páskou. Na vzorky pro genetické analýzy by neměly být používány manila obálky, barvivo v nich obsažené může inhibovat reakci PCR. Je doporučeno použít klasické bílé obálky. Odpovědná osoba nejprve obálku přes zalepený okraj podepíše a opatří datem, následně ji přes podpis přelepí bezpečnostní páskou. Bezpečnostní páska je poloprůhledná, takže je skrz ni podpis i datum vidět. Při pokusu o rozlepení se tento typ pásky trhá a zviditelní se bezpečnostní znaky, které signalizují, že s páskou bylo manipulováno (viz obr.).



Pokus o rozlepení bezpečnostní pásky (foto Zdeněk Novák).

Pokud je později nutné důkaz z obálky vyjmout (např. za účelem odborného zkoumání), je vhodné obálku otevírat na jiném místě a následně po vrácení důkazu opět opatřit datem a podpisem a zalepit bezpečnostní páskou.

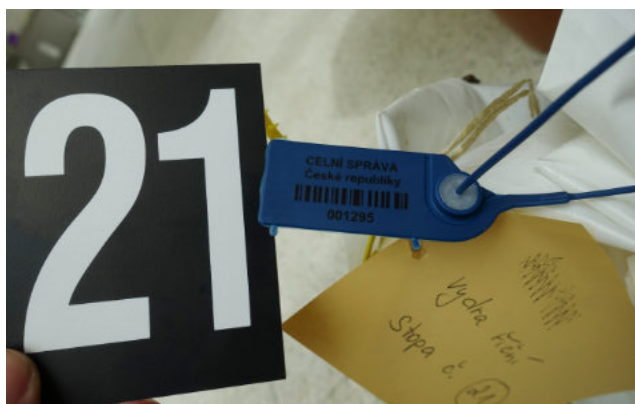
Podobným způsobem lze použít velikostně odpovídající odběrovou nádobu, která je přelepena bezpečnostní páskou přes víčko.

Standardním způsobem, jež v ČR využívají orgány činné v trestním řízení, je balení důkazů do tzv. **orgatechů**, což jsou plastové sáčky různé velikosti uzavíratelné integrovanou lepicí páskou. Orgatechy jsou zároveň opatřeny předtištěnými čárovými kódy a formuláři pro vyplnění informací o důkazech. Při wildlife případech bývají často používány pro důkazy menších a středních velikostí.

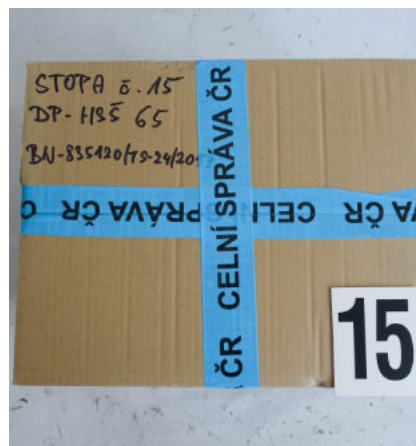


Orgatechy používané Celní správou a Policií ČR (foto Pavla Říhová).

Důkazy, které nelze kvůli velikosti či z jiných důvodů vložit do orgatechu, se balí do větších pevných plastových pytlů, které se pečatí plombou s unikátním číslem či čárovým kódem. Plombu lze případně umístit i přímo na tělo exempláře, např. kolem končetiny. Extrémně velké a neforemné exempláře je nejvhodnější balit do bublinkové fólie (velká role) a zalepit pečticí páskou.



Plastový pytel s plombou, plomba umístěná přímo na vycpaný exemplář (foto Pavla Říhová).



Ukázka balení zajištěného preparátu medvěda hnědého; balení předmětů do krabice (foto Zdeněk Novák).

Křehké či ostré předměty se obkládají nebo balí do více vrstev bublinkové fólie. Ostré hrany je nutno obložit (zakrýt zobáky, drápy, zuby, paroží, zlomené kosti apod.), aby nedošlo při přepravě či vybalování ke zranění manipulující osoby a poškození dalších důkazů. Vhodné je umístění zabalených předmětů do větších krabic či boxů, které zabrání posunu a poškození při přepravě.

Některé typy wildlife důkazů vyžadují specifické způsoby balení, např. k zajišťování exemplářů hmyzu jsou zapotřebí entomologické krabice, pro sbírky vajec krabice na vejce atd.

Zcela speciální kapitolou je zajišťování živých zvířat, které vyžaduje přítomnost osob znalých a schopných manipulace s danými zvířaty (např. inspektoři ČIŽP, pracovníci zoologických zahrad, záchranných stanic ad.), v případě nutnosti sedace či celkové anestezie pak přítomnost způsobilého veterináře, dále technické vybavení sloužící k manipulaci a odchytu zvířat, transportní přepravky či boxy a vozidlo, kterým je možno zvířata převážet.

Při zajišťování mrtvých těl zvířat či jejich částí je zapotřebí co nejrychlejší zchlazení (umístění do chladicího boxu, použití mrazicích patron, suchého ledu...). Zvířata mají v trávicím traktu velké množství anaerobních střevních bakterií, které způsobují rychlý rozklad tkání. Zvláště v teplých obdobích roku by zchlazení mělo proběhnout skutečně co nejrychleji. Pokud má být provedena pitva, kadáver by měl být co nejdříve přepraven na pracoviště veterinární patologie, a to bez předchozího zmrazení (účinky mrazu mění histologický vzhled tkání). Ne vždy však lze pitvu bezprostředně provést (záleží to na vytíženosti patologického pracoviště, je třeba se domluvit), v takovém případě se kadávery samozřejmě mrazí do doby, než pitva může proběhnout. Výrazněji rozložené kadávery je nutno zmrazit ihned.

Důkazní materiál musí být rovněž pečlivě zabalen, aby při přepravě nedošlo k úniku pachů a tekutin. Ideální je použít větší množství obalů, pytle s kadávery vložit do plastového boxu či vany, na dno umístit absorbent apod. Hlavu kadáveru je možné překrýt plastovým sáčkem zafixovaným kolem krku, aby se zabránilo kontaminaci zbytku těla tekutinami/obsahem žaludku vytékajícím z tlamy a nosu během přepravy.

V některých případech byly při realizacích využity i velké plastové kontejnery s víkem (zajišťované rozvažené kosti a maso).



*Zajišťování tekutého biologického materiálu do sudu s víkem (foto Celní správa).*

Kadávery či zajištěné návnady (kauzy otrav) by neměly být přepravovány v autě v bezprostředním kontaktu s lidmi (výpary z chemikálií, možný přenos patogenů). Prostor, v němž jsou takové předměty přepravovány, by měl být neprodyšně oddělen. Při manipulaci s takovými vzorky je nutné dbát zvýšené opatrnosti a používat osobní ochranné pomůcky.

**Přeprava zajištěných důkazů by měla být prováděna státní institucí.** Soukromé osoby (např. členové nevládních organizací, mysliveckých sdružení atd.) by nikdy neměly být pověřeny přepravou nebo skladováním jakýchkoli důkazů, neboť by to mohlo vést k narušení kontinuity důkazního řetězce a ohrozit přípustnost daného důkazu u soudu.

V případě, že jsou z určitých důvodů některé důkazy/exempláře ponechány na místě (může se např. jednat o situaci při domovní prohlídce, kdy jsou exempláře příliš velké, nelze je odchytit, přepravit apod.), je nutné ponechané předměty/exempláře důkladně fotograficky zdokumentovat a zaznamenat. Zejména je třeba se zaměřit na identifikační znaky exempláře, případně jeho nezaměnitelné značení, ale také části těla, které mohou být odděleny a využity k nelegálnímu obchodu (zuby, drápy apod.).

### 3.4. Uskladnění důkazů

Důkazy je třeba uchovávat v **zabezpečeném prostoru**, který vylučuje přístup neoprávněných osob. O uložených důkazech by měla být vedena **přesná evidence** zahrnující informace kdo, kdy a jaké důkazy přinesl, či odnesl. Zároveň by měly být evidovány všechny příchody a odchody do místnosti s důkazy včetně jejich účelu. Pokud jsou mezi zajištěnými důkazy předměty vyšší hodnoty, je vhodné je umístit do trezoru, či jinak lépe zabezpečit. Některé důkazy musí být uchovávány v chladu (lednice, mrazák), tato zařízení by neměla být používána na uskladnění potravin (ani krmiv pro zvířata). Je důležité v rámci instituce určit osobu, která za uložené důkazy a jejich evidenci zodpovídá. V ideálním případě by tato osoba měla být jediným držitelem klíče od místnosti s uloženými důkazy (nutno vyřešit postup pro případy její nepřítomnosti).

Při skladování wildlife důkazů je často třeba řešit specifické problémy:

- zamrazení kadáverů zvířat, které může vyžadovat velkoobjemové mrazicí prostory;
- uložení prostorově objemných exemplářů, např. vycpanin velkých zvířat;
- možnost napadení cizopasným hmyzem (skladovací prostory vyžadují občasné plynování);
- ad.

Dle zákona č. 279/2003 Sb. o výkonu zajištění majetku a věcí v trestním řízení (§ 9c odst. 1 písm. c) vykonává **správu exemplářů živočichů a rostlin**, regulovaných kožešin, výrobků z tuleňů a jiných chráněných jedinců **Česká inspekce životního prostředí**.

Prostřednictvím ČIŽP lze řešit umístění zajištěných živých exemplářů do jmenovaných záchranných center CITES. Pro umístění neživých exemplářů (kadávery, vzorky, výrobky) má ČIŽP k dispozici kontejnerový mrazicí box o velké kapacitě, kam lze umístit i větší kadávery zvířat a uchovat je delší dobu v zamrazeném stavu. Mrazicí box se nachází v objektu Oblastního inspektorátu České Budějovice. Další možnost uskladnění neživých exemplářů je v prostorném suchém skladu v Lázních Kynžvart, který slouží k uskladnění objemnějších exemplářů, jež není nutno udržovat v zamrazeném stavu.

### 3.5. Důkazní řetězec

Důkazní řetězec je průběžné zaznamenávání všech změn, které se týkají zajištěného důkazu (úschova, přeprava, předání, různé analýzy, uložení atd.). Jde o záznam o osobách, které měly fyzicky důkaz v držení a o postupu, který byl použit k udržení a dokumentování chronologické historie důkazu. Jakékoli nakládání s důkazem, jeho přemístění, předání k odbornému vyjádření apod. musí být řádně zdokumentováno, aby se zabránilo případným pochybnostem o nedovolené manipulaci či záměně. Každý, kdo má, či měl důkaz v držení, musí být schopen prokázat, že jde o ten samý důkaz, který byl získán na místě činu.

Udržení důkazního řetězce je klíčové pro **použití důkazu u soudu**. Nedodržení kontinuity důkazního řetězce může vést k tomu, že důkazy nejsou u soudu akceptovány (zpochybnění řetězce důkazů je běžnou praxí během soudních řízení). Z tohoto důvodu je důležité dbát na řádné označení důkazů, jejich správné zabalení, unikátní označení, uskladnění a transportování. Je nutné zajistit, aby v průběhu řízení nebyly změněny charakteristiky důkazu a byly evidovány všechny osoby, které měly důkaz v držení a nakládaly s ním. Stejně pravidlo o udržení důkazního řetězce platí i pro odebrané vzorky.

Každé předání musí probíhat s **předávacím protokolem** a oproti podpisu. Dokument by měl obsahovat jméno osoby a název instituce, která důkaz předává, přebírající osobu či subjekt, účel předání, datum, číslo případu a seznam předávaných důkazů/vzorků a jejich stručný popis.

Některé státy mají pro tyto účely vytvořeny speciální **formuláře důkazního řetězce** (např. USA - Chain of Custody Record). Jakákoli manipulace s důkazem se do formuláře zapisuje, předání je potvrzováno záznamem jména, času a podpisem předávajícího i přebírajícího. Bývají využívány



(v připevněné obálce). Pokud dojde k rozdělení skupiny důkazů/vzorků, originální formulář zůstává součástí větší skupiny vzorků, pro zbytek se vypíše formulář nový.

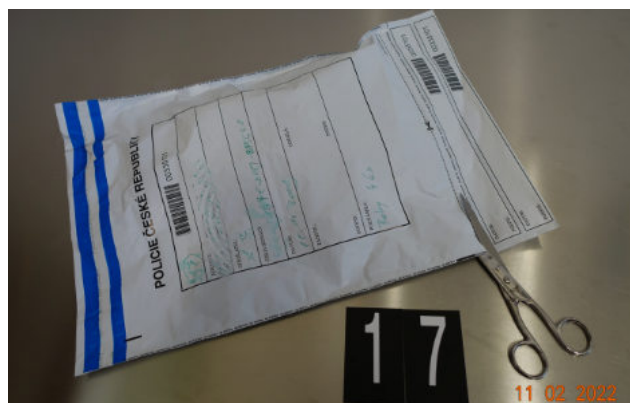
Pokud se důkaz zničí, biologicky rozpadne, vzorek je zpracován v laboratoři apod., je nutno takovou situaci zaznamenat do protokolu. Totéž platí, pokud je zpracována pouze část vzorku a do dalšího procesu se vrací jeho menší množství.

### 3.6. Předání do laboratoře

Pokud jsou vzorky zasílány k analýze či zkoumání do laboratoře nebo na odborné pracoviště, je vhodné toto pracoviště informovat předem a domluvit se, jaké konkrétní úkony jsou v dané věci požadovány a jak při předání postupovat. Požadavek na zkoumání musí být pracovišti zadán **v písemné podobě** s položením konkrétních otázek, jež mají být zodpovězeny. Některé státy mají pro tyto účely zpracovány detailní předávací formuláře (např. Velká Británie formulář MG21 pro forenzní analýzy, USA formulář 3-2053 pro předání do forenzní laboratoře USFWS). Při předání důkazů/vzorků ke zkoumání musí být dodržen důkazní řetězec, viz výše.

V některých případech není vhodné, aby se laboratořím či jiným externím subjektům zasílaly důkazy ke zkoumání včetně zajišťovacích štítků, které mohou obsahovat citlivé údaje. V takovém případě lze štítky dočasně nahradit jiným označením ve zjednodušené podobě, která bude obsahovat pouze číslo důkazu. Tato manipulace s označením však musí být předávajícím orgánem zaprotokolována a musí být udržena propojenost čísel, aby nedošlo k záměnám.

Při zahájení zkoumání by mělo odborné pracoviště **zdokumentovat neporušenost balení** předaných důkazů (fotografická dokumentace neporušenosti plomby, zapečetěného balení), příp. proces rozbalení zdokumentovat na videozáznam.



*Odstranění plomby a otevření zapečetěného balení důkazu by mělo být při zkoumání fotograficky zdokumentováno (foto Pavla Říhová).*

Každé pracoviště zabývající se forenzním zkoumáním by mělo mít vyřešen systém práce s důkazy či vzorky, který eliminuje riziko jejich ztráty, znehodnocení či záměny. Veškerá manipulace včetně procesů zkoumání musí být zdokumentována (s uvedením konkrétních osob). Některé laboratoře mají za tímto účelem vlastní protokoly, do nichž jsou zaznamenávány postupné úkony v průběhu požadovaných analýz.

### 3.7. Likvidace zajištěných předmětů

Je nutno upozornit, že zajištěné předměty včetně zvířecích kadáverů jsou důkazní materiál a nesmí být bez souhlasu příslušných státních orgánů zlikvidovány. O povolení k případné likvidaci je třeba požádat vyšetřovatele orgánu činného v trestním řízení, resp. státního zástupce, a učinit tak pouze s jejich písemným souhlasem. Dlouhodobé skladování zajištěných předmětů včetně kadáverů či jejich zbytků (s ohledem na typ předmětu ve zmrazeném stavu nebo v suchých skladovacích prostorách) může představovat problém s kapacitou vhodných skladovacích prostor a s náklady, zvláště pokud se jedná o větší živočichy. Jde však o zákonný požadavek trestního řízení, na který musí být brán zřetel.

## 4. Morfologie

Morfologie je vědní obor biologie, který se zabývá vnější stavbou organismů. Jde o nejčastěji používanou metodu sloužící k determinaci druhů a posouzení exemplářů živočichů a rostlin. Zabývá se fyzickými charakteristikami a vnější stavbou organismů. Morfologicky jsou ve většině případů zkoumány makroskopické znaky (tvar, barva, struktura, specifické detaily), které jsou viditelné a vizuálně rozeznatelné.

Pozorování pouhým okem bývá doprovázeno zkoumáním pod lupou, v různém typu osvětlení či s využitím světél o různých vlnových délkách. V některých případech jsou zkoumány mikroskopické znaky. Při posuzování mohou být využity také různé mechanické, fyzikální a chemické testy. V případech wildlife kriminality se morfologie využívá pro determinaci druhů, určení pohlaví či stáří, posouzení stavu exempláře, určení konkrétní části těla, v určitých případech může pomoci i k individuálnímu ztotožnění jedince.



Zkoumání lebky tygra (foto Dominika Formanová).

Morfologická determinace postupuje dle taxonomické hierarchie, tj. směřuje od vyšších taxonů (řád, čeleď), které vykazují společné znaky, k nižším taxonomickým jednotkám (rod, druh). V případech, kdy je celý taxon chráněn stejným stupněm ochrany, stačí determinovat příslušnost k tomuto taxonu (např. všechny mořské želvy jsou zařazeny do přílohy CITES I apod.). Pokud se však zařazení jednotlivých druhů do kategorií ochrany liší, může být určení až do úrovně konkrétního druhu klíčové. Např. rozlišení lebek tygra a lva je poměrně zásadní, neboť tygr je zařazen v příloze CITES I/A, zatímco lev v příloze CITES II/B (vyjma indické populace, která je CITES I/A), tato odlišnost nastavuje jinou kvalifikaci nelegálního jednání (trestný čin/přestupek).

V současné době jsou vyvíjeny různé pomůcky pro práci v terénu ve formě **mobilních aplikací** pomáhajících s determinací druhů pomocí umělé inteligence a počítačového učení. V Singapuru je např. využívána mobilní aplikace pro determinaci žraločích ploutví (Fin Finder App), v USA aplikace iCatch pro určování rybích druhů při kontrolách komerčních zásilek ryb. Primárně jde o pomůcky sloužící k rychlému rozhodování v terénu. Determinace pro účely případného soudního řízení by měla být následně ověřena.

Standardní definice tvarů a morfologických znaků nebývají přesně dány. Znaky mohou být variabilní, proměnlivé v čase, může jít o kombinaci více charakteristik či o jejich vyloučení. I v rámci jednotlivých druhů může existovat poměrně velká vnitrodruhová variabilita.

Klasická morfologická determinace je popsána v mnoha taxonomických publikacích a obvykle vychází z popisu celých těl živočichů či rostlin. Při determinaci ve wildlife forenzní praxi však celá těla k dispozici nejsou a **klasické určovací znaky chybí** (zkoumány jsou části těl, zmrazené kusy, finální výrobky, těla v rozkladu apod.). Je nutno hledat, co zbývá, a postupovat vylučovací metodou. Know-how z aplikované praxe nebývá vždy publikováno ve vědecké literatuře, využívána je spíše tzv. „šedá literatura“ (terénní klíče a určovací příručky, manuály, poznámky), kontakty v oboru a sdílení zkušeností. Takové zkoumání vyžaduje nejen příslušné odborné znalosti, ale i dlouhodobou praxi a zkušenost. Odborné vzdělání v oboru zoologie či botaniky není samo o sobě vždy zárukou schopnosti provést kvalitní forenzní práci.

Zkušenosti v aplikované praxi při šetření případů wildlife kriminality jsou získávány dlouhá léta a jsou vázány na konkrétní jednotlivé odborníky, kteří se problematice věnují. Je nutno zdůraznit, že nemusí stačit oslovit odbornou instituci/státní orgán, ale je potřeba vyhledat konkrétního odborníka, který je schopen příslušné zkoumání provést v potřebné kvalitě a na požadované úrovni.

Co se týče tréninku a vzdělávání morfologických forenzních specialistů, existují mezinárodní profesní skupiny pro wildlife forenzní vědy (Society for Wildlife Forensic Science; Animal, Plant and Soil Group spadající pod European Network of Forensic Science Institutes), které pořádají pravidelné odborné konference a také kontrolní testování expertů (Proficiency Testing). Pro morfologické zkoumání organizuje testování i U.S. National Fish and Wildlife Forensic Laboratory v Oregonu. Society for Wildlife Forensic Science má pro morfologickou determinaci zpracovány standardizované postupy (*SWFS Standards and Guidelines for Morphology*).



Obrovskou morfologickou sbírkou forenzního typu disponuje U.S. National Fish and Wildlife Forensic Laboratory v Ashlandu, Oregon, USA (foto Pavla Říhová).

K morfologické determinaci je velmi důležitý **srovnávací materiál**, tj. referenční sbírky a depozitáře. Je obrovskou výhodou, pokud forenzní pracoviště disponuje vlastními sbírkami a skladem srovnávacího materiálu, protože obvykle není možné převážet zajištěné důkazy ke zkoumání např. do muzejních sbírek. Navíc typy exemplářů potřebné pro forenzní zkoumání se mohou od klasických muzejních sbírkových exponátů lišit (části těl, zuby, drápy, kosti atd.). Zdroje pro sbírky forenzního typu mohou pocházet z uhynulých exemplářů ze zoo, z darů, z exemplářů zabavených státem apod.

Morfologické posouzení by mělo být vždy **prvním stupněm zkoumání wildlife exemplářů**, neboť se jedná o finančně nenáročný a poměrně rychlý typ zkoumání. Teprve pokud morfologická determinace není možná, nebo existují specifické požadavky, mělo by být přistoupeno k dražším analýzám (genetika, radiouhlíkové datování aj.).

Morfologie někdy bývá podceňována ve srovnání s analýzami DNA. Jedná se však o komplementární metody, které se navzájem mohou doplňovat, ani jedna ovšem plně nenahradí druhou. Genetická analýza je schopna identifikovat exempláře, u nichž chybí použitelné determinační znaky, dokáže ověřit identitu, prokázat příbuznost. Morfologie, kromě toho, že je rychlejší a levnější, dokáže determinovat druhy, posoudit stav exempláře, určit část těla, z níž byl výrobek zhotoven atd.

U.S. National Fish and Wildlife Forensic Laboratory uvádí, že úspěšná determinace na jejich pracovištích byla v letech 2010-2019 v 70 % případů provedena morfologicky. Morfologická sekce identifikovala o 85 % více položek než genetická sekce a determinace byla provedena v méně než polovičním čase. Genetická sekce převzala 23 % případů od morfologů. Zdůrazňována je komplementarita obou metod a spolupráce mezi odbornými pracovišti.

Morfologicky by měl být vždy **zkoumán co nejúplnější exemplář**, či alespoň celá jeho část, která je k dispozici. Obvykle se tedy vzorky neodebírají, ale v případech, kdy je k posouzení materiálu využit test destruktivního typu, je vhodné pracovat jen s menším množstvím materiálu, tj. určitý vzorek



odebrat. Vzorky se rovněž odebírají, pokud je materiál zkoumán pod mikroskopem (např. determinace chlupů nebo dřeva).

Pro morfologické zkoumání a posouzení mohou mít zásadní význam **doprovodné dokumenty**, popisné/lokalizační štítky, fotografie a další materiály doprovázející exemplář či s ním nějak související, z nichž lze odvodit např. stáří nebo původ. Je vhodné předat tyto podklady expertům ke zkoumání spolu s daným předmětem. V případě, kdy předání není možné, lze tyto materiály alespoň fotograficky zdokumentovat a poskytnout jejich kopie.

Při morfologické determinaci se neprovádí výpočty pravděpodobnosti jako např. v genetice, je však nutno **závěry podrobně zdůvodnit** - uvést detailní popis, popsat klíčové determinační znaky, přiložit srovnávací fotografie, uvést odkazy na odbornou literaturu (pokud je dostupná). Je třeba mít na paměti, že posudek musí být přezkoumatelný a musí být jasné, jak expert ke svému závěru došel.

## 4.1. Typy exemplářů z hlediska morfologického zkoumání

### Celá těla živočichů

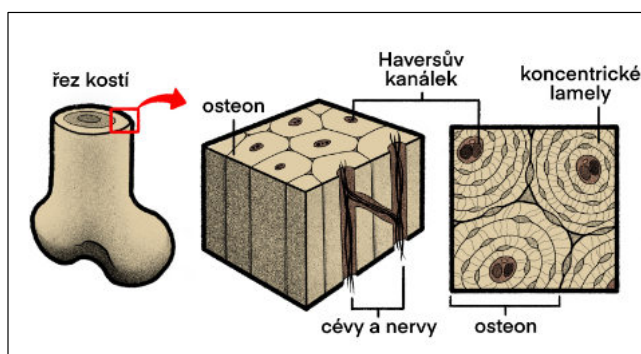
V případech wildlife kriminality mohou být zkoumáni celí jedinci, ať již živí, mrtví, mrazení, zakonzervovaní např. v lihu, vyuzení/grilování (bushmeat), preparovaní atd. Obvykle bývají u celých jedinců zachovány klasické morfologické znaky a tento typ determinace se v zásadě neliší od běžných postupů zoologie či botaniky. U těl v rozkladu bývá někdy vhodnější vypreparovat kosti a determinaci provést podle nich. U výrobků z těl živočichů záleží, nakolik u nich zůstaly zachovány klíčové znaky v rozpoznatelné podobě.

### Kosti

Kosti tvoří opěrný systém obratlovců, jedná se o mineralizovanou tkáň obsahující hydroxyapatit, proteiny a lipidy.

**Ektotermní živočichové** (ryby, obojživelníci, plazi) mají kosti složené z koncentrických vrstviček („plstovitá“ kost). Tento typ kostí, resp. potřeba jejich determinace, se ve wildlife případech prakticky neobjevuje.

**Endotermní živočichové** (ptáci a savci) mají kosti složené z osteonů (Haversových systémů), které vedou krev a inervaci. Jde o tzv. vrstevnaté „lamelární“ kosti (při růstu kostí a procesu hojení zranění se objevují také nezralé vláknité „fibrilární“ kosti).



Lamelární kost savců a ptáků (kresba David Říha).

U kostí závisí identifikace na přítomnosti dostatečného množství charakteristických znaků, přičemž ne všechny kosti jsou stejně diagnostické. Pro determinaci druhu je vhodná zejména lebka, hlavní a koncové části končetin s drápy/kopyty, pánev a hrudní kost. Pro různé skupiny živočichů lze určité rozlišovací znaky nalézt i na dalších částech kostry. Určování kostí vyžaduje zkušeného morfologa a využití srovnávacího materiálu (sbírky).

Podle stavu kostí a zubů lze také **rozlišit juvenilní a adultní jedince a odhadnout stáří**. U mláďat jsou konce dlouhých kostí (epifýzy) spojeny s prostřední částí kosti růstovou chrupavkou (či růstovou štěrbinou), díky níž dochází k růstu kosti do délky. S přibývajícím věkem chrupavky osifikují a růst se zastavuje. Kosti lebky jsou u mláďat spojeny švy, což jsou vazivová spojení umožňující růst kostí do plochy, která časem rovněž osifikují. Stupeň osifikace je pro daný druh, věk a konkrétní kost typický

a pokud jsou tyto informace k dispozici, lze na základě osifikace odhadnout stáří jedince. Tyto změny jsou dobře zdokumentovány u lidí, ovšem u většiny druhů zvířat informace o postupu osifikace často chybí. Částečně mohou být nahrazeny porovnáním se srovnávacím materiálem. V případě zkoumání vypreparovaných kostí, které prošly varem nebo chemickou lázní, je nutno vzít v úvahu, že tyto procesy mohly stav kostí a zejména kostních spojení a chrupavek výrazně ovlivnit.

U některých druhů zvířat lze podle znaků na kostře určit i pohlaví. Specifické znaky vázané na jedno pohlaví mohou být zjevné na první pohled (paroží, odlišná velikost, rozdíly v zubech), nebo naopak méně zřetelné, vyžadující při posuzování značnou zkušenost (robustnost kostí, tvar a rozteč pánve). V nejasných případech je vhodné porovnat nález se srovnávacím materiálem. Stav kostí může vypovědět i zdravotnímu stavu zvířete, zraněních, příčině smrti, podmínkách, ve kterých žilo a případně i podmínkách, jimž bylo vystaveno po úhynu.

Nejsnáze determinovatelná část kostry je **lebka**. Lebky bývají součástí loveckých trofejí, sbírek, suvenýrů, černé magie apod. Většinou jsou v takových případech neopracované a mají zachovány morfologické znaky. Determinačními znaky jsou velikost, celkový tvar a stavba, typy zubů a zubní vzorec. Lebky obvykle vypadají menší, než by na první pohled odpovídalo hlavě zvířete daného druhu (toto zkrácení může při determinaci mást).

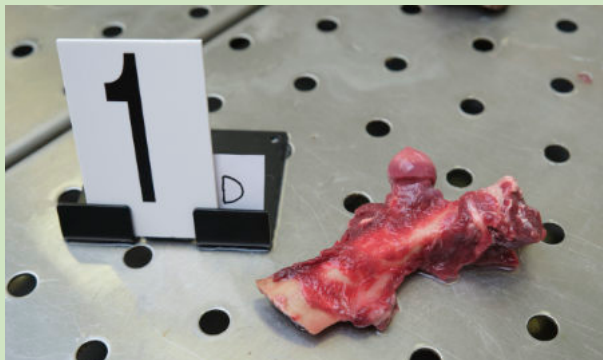


Dle **kostí těla** lze morfologicky identifikovat druh jen v některých případech. Typický tvar mohou mít dlouhé kosti končetin, hrudní kost, pánev, obratle (typické jsou např. obratle kytovců).

Výrazně porézní kosti mají velká suchozemská zvířata (slon, mamut) a vodní savci (ploutvonožci, kytovci). Porézní kosti slouží k odlehčení kosterního aparátu.

*Vyřezaný suvenýr z pažní kosti slona, determinačními znaky byla velikost a typická stavba kosti (foto Pavla Říhová, Dominika Formanová).*

Při operaci Cervus byla v ČR rozkryta síť pytláků a překupníků masa. Policie zajistila mimo jiné i stažené kadávery bobrů (bez hlav, ocasů i končetin). Podezřelé osoby tvrdily, že se jedná o selata, morfologickým zkoumáním se však podařilo toto tvrzení vyvrátit. V kadávěrech byly nalezeny klíční kosti (clavicula), na stehenních kostech byl přítomen výběžek trochanter tertius, což jsou znaky, které prasata postrádají, pro hlodavce jsou však typické. Další odlišností byl i tvar hrudního koše.



*(foto Pavla Říhová)*

Oceňovaným suvenýrem či trofejí bývá **baculum** (penisová kost), která některým druhům zvířat umožňuje delší páření. Baculum mají šelmy, ploutvonožci, primáti (vyjma člověka), hlodavci, hmyzožravci, letouni ad. Kočkovité šelmy mají baculum malé (krátké kopulace), psovité šelmy naopak dlouhé (dlouhé kopulace). Ceněné je především baculum mrože, které dosahuje délky až 60 cm.

Další zvláštní a velmi cennou kostí je **patella** (kolenní česka) tygra. Jde o nejcennější část tygřího skeletu, za níž jsou vietnamští překupníci ochotni platit vysoké částky.

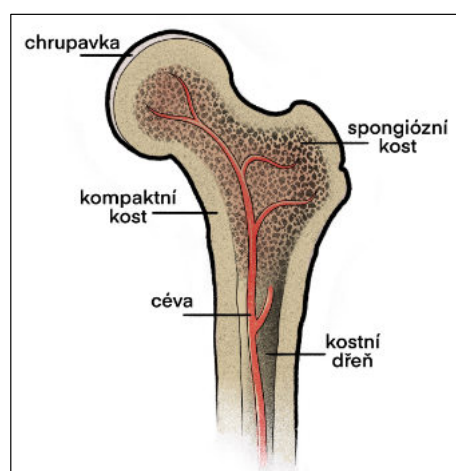
**Výrobky z kostí** jsou z hlediska determinace druhů nejobtížnější, protože kosti jsou opracované a chybí jim původní tvar. Zpravidla jde druh určit pouze geneticky, i když analýza DNA bývá složitá (kost je bělená, louhovaná v různých chemikáliích).

V reálné praxi však výrobky z kostí nebývá běžně zapotřebí determinovat do konkrétního druhu. Pro výrobu se obvykle používají kosti velkých a snadno dostupných zvířat, která poskytují více materiálu (buvoli, krávy). Pravděpodobnost, že kostěný výrobek bude vyroben ze vzácného ohroženého druhu zvířete je velmi nízká.

Ryby, obojživelníky a plazy lze z pohledu výroby kostěných výrobků prakticky vyloučit. Jejich kosti jsou většinou drobné, tenčí a drobné, pro opracování nevhodné.

Ptáci mívají kosti odlehčené, duté, což je pro výrobu rovněž nevhodné (častěji se lze setkat jen s píšťalkami z dlouhých ptačích kostí).

Kostěné výrobky se zhotovují víceméně pouze z kostí velkých savců (chobotnatci, kopytníci, kytovci), kteří mají masivní pevné kosti vhodné pro opracování. Používá se kompaktní kost z dlouhých kostí končetin, nikoli kost houbovitá (spongiózní). Kostěné výrobky proto nebývají masivní a silnovrstvé, ale tenkostěnné (složené/lepené z nařezaných kostěných plátek, destiček). Vyleštěná kost často slouží jako náhražka slonoviny. Dá se odlišit dle přítomnosti pórů (zbytky Haversových systémů), které se na povrchu jeví jako tečky či škrábance.



Stavba kosti - kompaktní a spongiózní kost (kresba David Říha).

## Zuby



Na kadáveru pumy je patrný mléčný špičák, který je z boku nahrazován špičákem dospělým. Jde tedy o mladé zvíře ve fázi přezubování, tj. ve stáří 8-12 měsíců (foto Zdeněk Novák).

Zuby zvířat jsou využívány k výrobě dekorací a šperků (přívěsky, náhrdelníky). Žraločí zuby slouží jako dekorace a suvenýry, krokodýlí zuby bývají využívány pro ozdoby klobouků. Zuby některých druhů savců slouží jako rezbářsky cenný materiál. Dle tvaru a specifické stavby zubu může být určen druh/taxon, za určitých okolností i stáří jedince.

Věk lze přibližně určit dle dekalifikace a růstových linií na řezu zubem, příp. dle stavu přezubení (úplnosti zubního prořezu, tj. výměny mléčného chrupu za dospělý), opotřebení zubů a tloušťky skloviny. U jelenovitých se věk určuje dle náklonu řezáků.

Dle tvaru a funkce rozlišujeme 4 typy savčích zubů: řezáky (incisivi), špičáky (canini), třenové zuby (premolares) a stoličky (molares). V nelegálním obchodu s wildlife jsou nejvíce ceněny **špičáky větších druhů šelem**, které mohou být falešně nahrazovány umělým materiálem, nebo zuby jiných druhů zvířat (velbloudí špičáky).

Při šetření tzv. tygřích kauz v ČR byly opakovaně zabaveny šperky/přívěsky z tygřích špičáků, které ve vietnamské komunitě slouží jako talisman, či symbol statusu. Typicky jsou tygří špičáky zasazeny ve zlatě nebo stříbře. Byla zabavena i tygří stolička upravená do vzhledu špičáku, viz obr. (odříznut jeden kořen, špička vytvořena z kovu). Druhovú determinace byla potvrzena geneticky.



(foto Dominika Formanová)

Specifickou formou použití zvířecích zubů je využívání pro **řezby**. Dentin velkých zubů savců je řezbářsky cenný a stabilní materiál, který se poměrně snadno opracovává a nepraská. Velké zuby a kly jsou proto předmětem komerční poptávky a rozsáhlého nelegálního obchodu. Zpracovávají se zuby chobotnatců (Proboscidea), ploutvonožců (Pinnipedia), kytovců (Cetacea), sudokopytníků (Artiodactyla) a sirén (Sirenia).

Velmi častým zadáním pro morfology je **identifikace slonoviny** a její rozlišení od jiných materiálů. Typickým požadavkem u slonovinových předmětů bývá pokyn předmět nezničit, což víceméně vylučuje použití analytických metod. Prvním krokem při zkoumání je odlišení náhražek a napodobenin z umělých materiálů, což je možné jednak morfologicky, ale lze využít také UV světlo,



Dekorace vyrobená z pravé slonoviny  
(foto Pavla Říhová).

Ramanův či ED-XRF spektrometr nebo přístroje VSC (Video Spectral Comparator). Druhé určení pak probíhá na základě specifických morfologických znaků (u slonoviny jsou nejdůležitější tzv. Schregerovy linie, pomocí nichž lze slonovinu odlišit od mamutoviny, mrožoviny, zubů kytovců, prasat, hrochů ad.).

Destruktivními metodami zkoumání slonoviny mohou být genetika, radiouhlíkové datování, analýza stabilních izotopů (těmito metodami lze mimo jiné zjistit i stáří či geografický původ slonoviny) či SEM (skenovací elektronová mikroskopie).

## Drápy

Dráp je prstový orgán, jehož stavba je analogická se stavbou např. paznehtu a kopyta. Je tvořen keratinem, podkladem je tzv. drápková kost. Determinace drápů do úrovně druhu je obtížná, obvykle je morfologické rozlišení možné spíše do úrovně čeledi, max. rodu. Vzhledem k velikosti se v obchodu s wildlife využívají víceméně pouze **drápy šelem** (medvědi a větší kočkovité šelmy), které slouží jako suvenýry, dekorace, trofeje či šperky.



Medvědí drápy (foto Pavla Říhová).

Drápy mohou posloužit i k určité představě o podmínkách chovu – zvířata držená např. v betonových ubikacích mívají špičky drápů obroušené a roztřepené.

U některých šelem chovaných v ČR privátními chovateli bylo zjištěno provedení **onychektomie**, což je chirurgické odstranění drápů obvykle za účelem minimalizace zranění chovatele při kontaktním chovu. Jedná se o nelegální zákrok klasifikovaný jako týrání a trvalé poškození zvířete. Dráp se při onychektomii odstraňuje i s dráповou kostí (není to jen zastříhnutí), což má v důsledku vliv na chůzi zvířete, nemožnost uchopit potravu, bránit se apod. Po čase u těchto zvířat ochabuje svalstvo končetin a propadá se páteř.

Při posuzování drápů je v první řadě nutno odlišit, zda se jedná o drápy pravé či napodobeniny. Vizuálně se posuzuje velikost, tvar, barva a materiál. Lze využít i tzv. **burn test** (test ožehnutím plamenem, keratin má při hoření typický zápach spálených vlasů).

Pokud se jedná o pravé drápy, zařazení do čeledi je založeno na celkovém tvaru, úhlu zahnutí drápu a velikosti. Kočkovité šelmy mají drápy zatahovatelné, šelmy psovitě a medvědovité nezatahovatelné. Dalšími možnostmi zkoumání je rentgenový snímek a DNA analýza.



Zvláště při ohledání kadáverů kočkovitých šelem (tygři, lvi) je třeba věnovat pozornost přítomnosti drápů. Drápy těchto druhů jsou ve vietnamské komunitě velmi ceněné a často se nelegálně obchodují. Snímek z ohledání zabitého tygra v rámci operaci Trophy v ČR (foto Celní správa ČR).

## Rohy, parohy

Rohy a parohy obvykle bývají součástí loveckých trofejí, u nichž potřebné determinační znaky zůstávají zachovány.



Pravý nosorožčí roh (vlevo) je při prosvícení translucenční, imitace rohu je neprůhledná (vpravo) (foto Pavla Říhová).

Specifickým případem při šetření wildlife kriminality je **determinace nosorožčích rohů** a výrobků z nich. Jsou jedním z nejcennějších biologických materiálů, jehož hodnota velmi motivuje k nelegálním činnostem. Identifikace je možná dle typické stavby, tvaru, váhy a také vnitřní struktury rohu. Nosorožčí roh je tvořen keratinem a má velmi specifickou vláknitou strukturu tzv. keratinových tubulů, které jsou na řezu dobře patrné.

Objevuje se mnoho padělků nosorožčích rohů z resinu, sádry, imitace z buvolích rohů, slepených koňských chlupů či dřeva. K odlišení může kromě morfologie pomoci test prosvícením nebo ožehnutím plamenem (zápach spáleného keratinu).

## Krunýře

Krunýře některých živočichů slouží jako dekorace a suvenýry (pásovci, želvy). Krunýře mořských želv jsou zdrojem želvoviny.

Determinace celých krunýřů není výrazně složitá, klasické určovací znaky jsou zachovány (tvar krunýře, barva, počet a skladba rohovitých šupin).

U želvoviny morfologické určení do druhu není možné (jedinou možností je využití genetické analýzy). Všechny mořské želvy jsou však řazeny do přílohy CITES I/A, proto by měla být postačující determinace do úrovně čeledi karetovití (*Cheloniidae*), tj. stanovení, že se jedná o pravou želvovinu.

Co se týče želvoviny, hodnotná je jen viditelná část šupin horní vrstvy krunýře. Materiál je velmi tenký, proto se z něj vyrábí pouze malé předměty (náramky, hřebeny, brýle, spony apod.). Vizuálně vypadá jako plast.



*Suvenýr v podobě preparovaného karetího mláděte zabavený na letišti v Ruzyni (foto Pavla Říhová).*

Již od 19. století se vyrábí falešná želvovina. Původně šlo o vysoce hořlavý celuloid, dnes jsou napodobeniny vyráběny z moderních plastů (celuloso-acetátové resiny). Odlišení je možné pomocí zahřátí pod horkou vodou (z celuloidu se uvolní odér kafru nebo octa), plasty lze odlišit testem horkou jehlou.

## Kůže

Kožené výrobky/exempláře pochází ze zpracované zvířecí kůže bez chlupů. Kůži je nutno chemicky zpracovat, bez procesu činění by stažená kůže shnila, nebo vyschla a ztvrdla. Bezprostředně po stažení se kůže konzervují solí. Je nutno odstranit zbytky svaloviny, blány, chlupy či peří, někdy i svrchní vrstvu kůže. K činění se používají různé látky jako je např. síran hlinitý, síran chromitý, třísliviny, rybí tuk atd. Kůže se často barví nebo odbarvují, původní barva může být výrazně změněna a povrch i nalakován. Morfologická determinace do druhu nebývá vždy možná, identifikovat však obvykle lze alespoň do úrovně čeledi.

Nejvíce využívání pro kůži jsou **plazi**, jejichž povrch těla je kryt šupinami a štítky. Mohou mít zajímavé vzory a barvy a kůže se relativně snadno zpracovávají. Komerčně jsou využívány druhy větších rozměrů, které poskytují dostatek materiálu (hroznýšovití hadi, krokodýli). Setkat se však lze i s kůžemi kober, vodnářů, varanů, leguánů, mořských želv. Na finálních výrobcích z kůže mohou klíčové morfologické znaky chybět. K determinaci v takových případech slouží celková textura, barevné znaky a typ šupin. U plazů jsou často chráněny celé čeledi či vyšší taxony (např. krokodýli, mořské želvy), v těchto případech nebývá nutná determinace do konkrétního druhu, ale může postačit stanovení vyšší taxonomické úrovně.

Velmi často se objevují **napodobeniny plazích kůží**. Lze je rozlišit díky vyraženému opakujícímu se vzoru, plastovému vzhledu či pachu, u napodobenin hadích kůží pak chybí taškovitý překryv šupin. Někdy se napodobeniny vyrábí rozemletím a slisováním zbytků pravých kůží.



*Sako z barvené krajní kůže zabavené v Praze (foto Pavla Říhová).*

Z ptáků se na kůži využívají pouze **pštrosi**. Zpracovává se kůže těla i kůže pařátů.

U savců se zpracovávají kůže především **kopytníků a slonů**. Sloní kůže je velmi silná a tuhá, je nutno ji zbrousit, při činění je odbarvena a zpětně se poté barví. Vzhledem k tuhosti se nepoužívá na oblečení, ale pouze na brašny, tašky a suvenýry. Objevují se časté napodobeniny z hovězí, do nichž je uměle vyražen „sloní“ vzor.

*Peněženka z napodobeniny sloní kůže, přestože je výrobek označen jako „elephant genuine leather“, jedná se o napodobeninu z hovězí (foto Pavla Říhová).*



## Šupiny

Specifickým epidermálním derivátem jsou šupiny. Nejčastěji jsou obchodovány šupiny luskounů, k identifikaci konkrétních druhů luskounů jsou zpracovány morfologické klíče (Singapore Center for Wildlife Forensics).

Nizozemská Dutch Customs Laboratory se v současné době zabývá možností identifikace jednotlivých druhů žraloků dle výrůstků na šupinách, tzv. denticles. Používají k tomu elektronovou SEM mikroskopii.

## Kožešiny

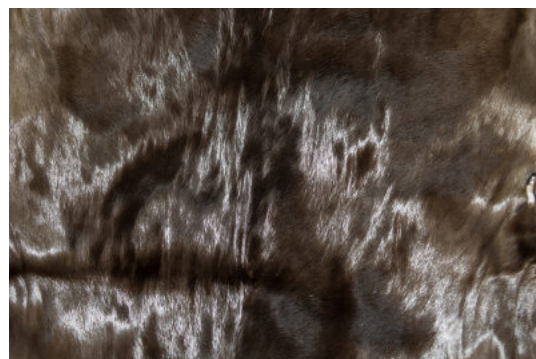
Kožešina je kůže se zachovanou srstí. Zpracovává se obdobně jako kůže různými chemickými postupy, které jsou poměrně složité a zahrnují mnoho fází. Cílem je měkká kůže s připojenými chlupy. K činění se používají látky jako je síran hlinitý, chromitý, draselno-hlinitý, měďnatý ad. Kožešiny celých zvířat (předložky, dekorace) bývá poměrně snadné identifikovat, neboť mají zachovány klíčové morfologické znaky. Výrobky z kožešin lze identifikovat přinejmenším do úrovně čeledi, záleží na typu výrobku a přítomnosti charakteristických znaků (typ srsti, barevné znaky...).

Kožešinová zvířata	
<ul style="list-style-type: none"><li>• kočkovité šelmy</li><li>• cibetky</li><li>• lasicovité šelmy</li><li>• psovitité šelmy</li><li>• mývalové</li><li>• medvědi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ploutvonožci</li><li>• hlodavci</li><li>• zajícovci</li><li>• kopytníci</li><li>• vačnatci</li><li>• opice</li></ul>

V kožešinovém průmyslu mohou být obchodní názvy kožešin odlišné od druhových názvů zvířat (bizam - ondatra, hermelín - zimní srst hranostaje, kastoret - kanadský bobr ad.).

Ke zpracování se obvykle využívají zvířata v zimní srsti, která je hustší a kvalitnější. Nejhodnotnější kožešiny pocházejí ze zvířat z chladných oblastí. Kožešiny vodních zvířat bývají lesklé, jelikož chlupy mají vodoodpudivý povrch (vydra, bobr, lachtan...).

Kožešiny vzácných druhů se často napodobují. Využívají se různé barvy, odbarvovače, postupné vymývání barev, bělení, zjasňování, špicování (barvení konečků). Srst se upravuje stříháním, vytrháváním pesíků, protrháváním podsady... Nejčastějším materiálem pro výrobu napodobenin je kožešina králíka.



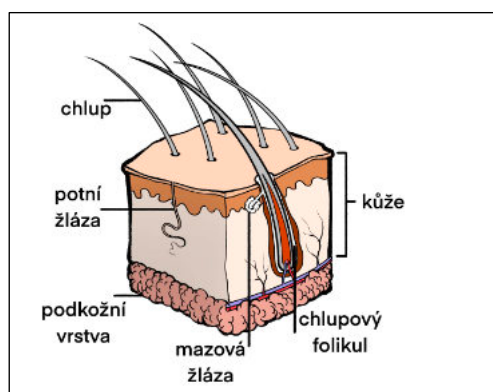
*Výrazně lesklá kožešina lachtana medvědího (foto Pavla Říhová).*

**Imitace kožešin** jsou obvykle vyrobeny z polyesteru nebo akrylických materiálů. Jsou jiné na omak a mají i jinou vůni. Báze kožešiny je tkaná (vlněná struktura). Při testu ožehnutím plamenem smrdí po plastu.

## Chlupy

Chlupy je možno orientačně morfologicky posoudit makroskopicky, ale druhovou příslušnost lze stanovit jen mikroskopickým zkoumáním (**trichologie**). Trichologii lze u případů wildlife kriminality využít např. k určení druhu ze

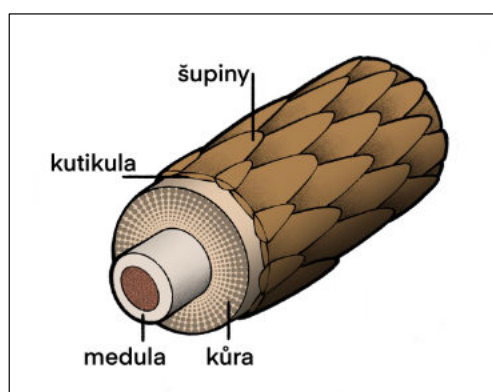
- srsti nalezené v kufru pytláckova auta, na noži, v dílně...;
- srsti z nastrožených a použitých želez;
- identifikaci výrobků ze srsti či vlny zvířat.



Anatomie kůže a chlupu.

Chlup vyrůstá z chlupového folikulu, dále je tvořen kořínkem a zrohovatělým stvolem. Savci mají různé typy chlupů:

- **pesíky** (ochranná svrchní vrstva, delší, hrubší chlupy, většinou tvoří zbarvení);
- **pod sada** (spodní izolační vrstva, 95 % srsti, jemnější, kratší, hustší chlupy);
- **sinusové chlupy** (dlouhé chlupy přesahující ostatní, hmatová funkce);
- **ochranné chlupy** (hrubší, dlouhé, pevněji uchycené - bodliny, ostny, žíně, rousy, šupiny).



Strukturu chlupu (medula, kůra, kutikula) lze přirovnat k obyčejné tužce (tuha, dřevo, lak) (kresby David Říha).

Srst na různých místech těla zvířete se liší, variabilita chlupů je velká i v rámci téhož zvířete. Na stav chlupů má vliv také věk zvířete.

Strukturálně je chlup složen z jádra (medula), kůry a kutikuly. Důležitým znakem je tzv. index meduly - poměr šířky meduly a šířky celého chlupu. U lidí je index meduly menší než 0,3, u zvířat bývá 0,5 a více.

Na kutikule se nachází šupiny různých tvarů (vždy směřují ke špičce chlupu kvůli stékání vody). Na šupinách mohou být i štětinky kvůli odpuzení sněhu (sněžný králík).

Strukturu chlupu je nutno zkoumat mikroskopicky (srovnávací mikroskop), a to z vnějšího pohledu i pomocí řezů. Dříve se více používaly příčné řezy, dnes od nich trichologové spíše ustupují, protože může dojít ke stlačení a změně tvaru chlupu. Více se proto využívají řezy podélné. Sledují se různé variabilní znaky jako je tvar koříнку, znaky na stvolu chlupu (počet stvolů, šířka, barva, distribuce pigmentu, pigmentová zrna, přítomnost ovoidních tělísek). Vysokou mezidruhovou variabilitu vykazují kutikula (kutikulární vzor, tvar a vzdálenost šupin, morfologie povrchu).

Existuje mnoho **trichologických publikací a atlasů** (např. Kriminalistický ústav v Praze vytvořil digitální atlas zvířecích chlupů T-DIAT). Je však nutno upozornit, že jen fotografie k identifikaci nestačí a pouhé porovnávání vzorků s atlasy je problematické a často pro identifikaci nedostatečné. Pro kvalitní trichologickou determinaci je zapotřebí srovnání se standardy, proto jsou důležité **referenční sbírky**



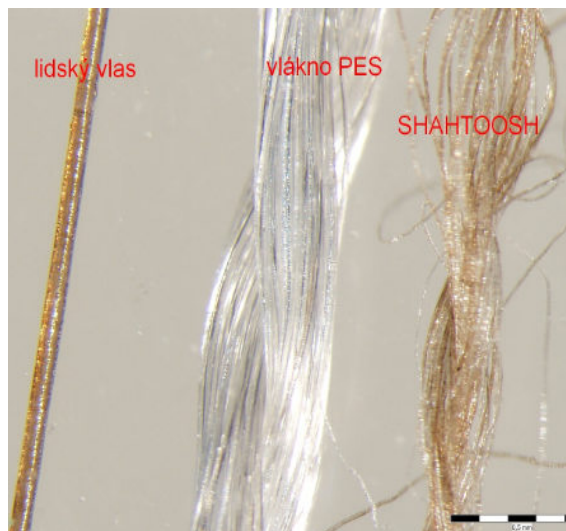
chlupů z různých druhů zvířat. Vzorky pro tvorbu standardů se odebírají z více míst na těle: čelo, oblast mezi rameny, stehno zadní nohy, hrud', břicho, ocas, vršek tlapy.

Trichologický materiál se odebírá sterilní pinzetou (v případě odběru z živých zvířat je vhodnější vytržení chlupů rukou v rukavici). Neměly by být používány lepicí pásky ani želatinové fólie (chlupy z nich jdou obtížně sejmout). Vzorky chlupů se ukládají do papírových obálek kvůli vysychání.

## Shahtoosh

Shahtoosh je šála vyrobená z vlny tibetské antilopy čiru (*Pantholops hodgsoni*, CITES I/A), která žije pouze na náhorní planině v Tibetu v nadmořské výšce cca 3500-5000 m n.m. Vzhledem k nadmořské výšce výskytu není tento druh chován nikde v zajetí. Podsadu srsti čiru tvoří nejjemnější chlupy ve zvířecí říši (průměr 9-11 mm), které se zpracovávají na extra jemnou vlnu a jsou důvodem pytláčení tohoto druhu. K výrobě jediné šály je zapotřebí srst z 3-5 zabitých antilop.

Dalším typem jemné šály je pashmina vyráběná z vlny z kašmírské kozy (*Capra hircus*, neCITES). Šály shahtoosh bývají falešně deklarovány jako pashminy, dochází i k mísení vláken obou druhů v jediné šále. Rozlišení těchto dvou typů chlupů proto může být poměrně zásadní. Vlákno z podsady kašmírské kozy má průměr 12-21 mm a lze ho od vlákna čiru odlišit dle rozdílné mikroskopické struktury. Využívána je elektronová SEM mikroskopie.



Porovnání tloušťky lidského vlasu, umělého vlákna a vlákna spleteného z podsady srsti antilopy čiru (foto Celní správa ČR).

Dalším specifickým výrobkem jsou **náramky z ocasních žíní** slonů a žiraf, které slouží jako suvenýry a v africké mytologii k ochraně nositele. Žíně se vaří a horké modelují do tvaru náramku.

## Peří

Většina hlavních ptačích čeledí je poměrně dobře prozkoumána a identifikační znaky včetně vnitrodruhové variability jsou dobře popsány. K determinaci lze využít různé atlasy peří, příp. online databázi Featherbase (<https://www.featherbase.info/en/home>).

Jednotlivé druhy či skupiny ptáků lze rozlišit především dle krycích per (tj. vnější obrysové peří, letky a rýdovací pera), vnitřní prachové peří je pro morfologickou determinaci nevhodné.

U určitých druhů lze podle peří určit přibližné stáří jedince (např. mládě sokola stěhovavého do cca 1 roku má peří hnědavé s kresbou vertikálních kapek na břiše, dospělec je světle šedý s úzkými horizontálními proužky).

Peří ptáků se někdy upravuje a barví, např. krocení peří se používá jako imitace orlího peří.

Specifickým požadavkem bývá determinace druhů ptáků, kteří se střetli s letadly. Jedná se obvykle o malé kousky peří, k příp. analýze zbytků krve či tkání se využívá i analýza DNA. Těmto determinacím se věnuje např. Bird Strike Avoidance Team (Food Environmental Research Agency FERA) ve Velké Británii.

## Vejce

Identifikace je možná u ptáků s barevně a tvarově specifickými vejci, u druhů s čistě bílými vejci není morfologicky možná (je nutné doplnění analýzou DNA).

U sbírek vajec je důležité prozkoumat popisné štítky a sběratelské poznámky, fotografie a dokumenty. Pokud mají vejce barevné skvrnění a jsou k dispozici zároveň fotografie hnízd, mohou být vejce identifikována individuálně. Sběratelská dokumentace bývá většinou dobře popsána a datovaná, podle fotografií hnízda může být stanovena i lokalita a datum sběru.

## Bezobratlí

Determinace motýlů, brouků, měkkýšů a dalších bezobratlých ať již při kontrole dovozu či ve sbírkách vyžaduje entomologické znalosti, příp. specialisty na dané taxony. Jedná se však o relativně snadný materiál, neboť jedinci bývají zachováni celí a nepozměnění, postup při determinaci tak odpovídá klasickému taxonomickému určování. Ve sbírkách bývají druhy popsány, sběratelské štítky většinou uvádějí i lokalitu a datum sběru. Přínosné mohou být také sběratelské deníky, poznámky, fotografie a jiné záznamy.



Zajištěné sbírky chráněných druhů motýlů  
(foto Celní správa ČR).

## Rostliny

Identifikace rostlin je výrazně složitější než identifikace živočichů. Rostliny mohou být živé, zmrazené, zakonzervované, např. v lihu, či usušené ve formě vylisovaných herbářových položek. Může jít o pouhé fragmenty rostlin, oddenky, semena, plody atd.

Klíčovým determinačním znakem rostlin jsou květy, které však málokdy bývají k dispozici. Pokud jsou posuzována nekvetoucí stadia, determinace bývá často omezena na určení do úrovně čeledi či rodu.



Pašované kaktusy zajištěné na Celní poště v Praze  
(foto Pavla Říhová).

Typy případů týkající se rostlin jsou značně variabilní: jednotlivé rostliny dovážené turisty, kolekce nasbírané sběrateli v přírodě (problematickou skupinou jsou zejména kaktusáři), botanické expedice, sbírkové kolekce živých i sušených rostlin, komerční zásilky rostlin pro obchod, na květinové výstavy a jiné propagační akce, kontrola složení léčiv (tradiční čínská medicína), olejů, parfémů atd.

U živých exemplářů je do určité míry možné rozlišení mezi rostlinami z přírody a výpěstky na základě celkového stavu, růstu, stavu listů, kořenů, přítomnosti místních epifytů, hub apod. U mnoha druhů (orchideje, kaktusy) také existuje množství uměle vyšlechtěných kultivarů, které lze poznat relativně snadno (velké květy, výrazné zbarvení), které bývají z ochrany vyňaty, nebo jsou chráněny méně přísně než jejich přirozeně se vyskytující příbuzní.

Při determinaci je nezbytná **spolupráce s odbornými pracovišti (botanické zahrady)** a práce se srovnávacími herbáři.

Jedním z největších odborných pracovišť zabývajících se determinací rostlin je **Botanical Gardens Kew** (Londýn, Velká Británie). Tato botanická zahrada má 19 referenčních sbírek živého, sušeného a lihového materiálu a DNA banku se 43 000 vzorky z 34 000 rostlinných druhů. Herbář obsahuje více než 7 milionů exemplářů, živé sbírky pak 85 000 exemplářů z cca 33 000 taxonů. V Kew se nachází i banka semen Millenium Seed Bank (2 miliardy semen z 27 000 planě rostoucích druhů rostlin ze 140 zemí). Jodrellova laboratoř disponuje 130 000 referenčními preparáty různých částí rostlin (květy, pyl, listy) a sbírkou dřeva (mikromorfologie).

Botanical Gardens Kew lze požádat o pomoc s determinací prostřednictvím zaslání kvalitních digitálních fotografií. V případě žádosti je nutno vyfotografovat rostliny či jejich části z více stran včetně detailů a dodat co nejvíce informací (vůně, barva, velikost, počet rostlin, popis balení, lokalitu sběru, pokud je známa, webové stránky pěstitele/prodejce ad.).

## Dřevo



Kontrola dovážené zásilky mahagonu (foto Zdeněk Novák).

Morfologická determinace dřeva je velmi obtížná, obvykle je možná pouze do úrovně rodu (jen výjimečně druhu) a vyžaduje odběr vzorku, zkušené odborníky a srovnávací vzorky. Zkoumání je prováděno makroskopicky či mikroskopicky. Makroskopicky, tj. pouhým okem, případně s pomocí lupy, je zkoumáno dřevo na řezu příčném, radiálním a tangenciálním. Hodnoceny jsou jeho základní charakteristiky: barva, lesk, textura, vůně, tvrdost, sukovitost, dřevové paprsky ad.

Pro makroskopické zkoumání je zapotřebí relativně větší vzorek dřeva, aby vynikly všechny jeho znaky a je nutné, aby všechny posuzované plochy byly kvalitně obroušeny. U některých druhů dřev makroskopická identifikace není jednoznačná a determinace se následně provádí na základě mikroskopické stavby dřeva. V tomto případě k identifikaci stačí malý vzorek dřeva. Barvený a lakovaný povrch dřeva identifikaci ztěžuje.

K dispozici jsou klíče a online databáze dřev, např. InsideWood Database (Botanical Gardens Kew)

<http://insidewood.lib.ncsu.edu/search>

nebo CITESwoodID (Thünen-Institut), což je databáze chráněných druhů dřev včetně identifikačního klíče.

Aplikace je ke stažení zde: <https://www.citeswoodid.app/>.

U.S. Fish and Wildlife Forensic Laboratory v USA používá pro morfologickou determinaci dřeva přístroj Video Spectral Comparator 8000, který je ve forenzní praxi obvykle používán ke zkoumání dokumentů. Přístroj má mnoho funkcí a pracuje s různými typy světla.

*Video Spectral Comparator 8000, který je součástí mobilní laboratoře pro determinaci dřeva patřící U.S. Fish and Wildlife Forensic Laboratory v USA (foto Pavla Říhová).*



Jedním z nejzkušenějších pracovišť pro determinaci dřeva je **Thünen-Institut für Holzforschung** (Institut pro výzkum dřeva) v Hamburku, který provádí cca 800 expertíz týkajících se dřeva ročně. Institut má k dispozici cca 50 000 mikroskopických preparátů, knihovnu dřeva s 35 000 vzorků dřevin a vlastní arboretum. Odborníci z institutu zvládají identifikovat i dřeva obsažená ve směsných dřevotřískách (identifikace na úrovni vláken a buněk) a využívají nejmodernější metody nedestruktivní identifikace dřeva pomocí 3D technologie (vhodné např. pro hudební nástroje). V ČR se identifikací dřeva zabývá **Celně technická laboratoř**, která má k dispozici srovnávací vzorky dřev a provádí i chemické analýzy.

Co se týče odběru vzorků, pro morfologickou determinaci se odřezává špalík velký cca 1 cm<sup>3</sup> (je-li to možné). Jedná-li se o cenný předmět (umělecká řezba, nábytek), lze odříznout tenký plátek dřeva ze zadní strany nebo spodní části. Potřebná velikost vzorku a postup odběru by měly být v předstihu konzultovány s odborným pracovištěm, které bude determinaci provádět.

## 4.2. Balení exemplářů

Variabilita předmětů předávaných k morfologickému zkoumání je značná a způsob balení závisí na charakteru dané věci. Vhodné balení je třeba konzultovat s odborníky přizvanými k realizaci, se zpracovateli odborného vyjádření či znaleckého posudku. Je nutno zohlednit stav zajišťovaného exempláře, aby nedošlo k jeho poškození při přepravě, příp. k degradaci rozkladem.

Mrtvá těla zvířat, jejich části a jiné předměty podléhající rozkladu je nutné co nejdříve zchladit, příp. zamrazit. Drobné předměty (fragmentsy kostí, zuby, drápy...) se balí do separátních obalů, aby nedošlo při manipulaci k jejich ztrátě. Křehké či ostré předměty (zobáky, rohy, zlomené kosti ad.) je vhodné obalit více vrstvami obalového materiálu.

## 4.3. Posouzení dle fotografií

Pokud není možné exemplář fyzicky předat ke zkoumání, je za určitých okolností možné provést jeho posouzení podle fotografií nebo videa. Může jít např. o situaci, kdy při realizaci není přítomen odborník a je třeba rozhodnout, zda se může jednat o chráněný druh.

- Předmět je nutno vyfotografovat **v celkovém pohledu ze všech stran a z různých úhlů** (jedna fotografie nestačí). Fotografie by měly zachytit i polohu věci/stopy před manipulací s ní (přehledové fotografie). Jakékoli další informace s nálezem spojené (lokalita, stav, okolnosti) mohou být také pro posouzení užitečné.
- Další fotografie by měly zachytit **polodetaily a detaily**, které mohou být důležité pro determinaci exempláře. Potřebné detaily je vhodné zkonzultovat s expertem, který bude exemplář posuzovat (jde o upřesnění, jakým způsobem konkrétní exemplář nasnímat a které detaily mohou být podstatné).
- Fotografie musí být ostré s dobře patrnými detaily. Důležité je přiložení měřítka k fotografovanému předmětu, aby bylo možné odhadnout jeho velikost.
- Fotografie může doplnit **videozáznam**. Za určitých okolností (např. odečítání kroužku na noze ptáka či pokud konkrétní znak nelze zachytit na jediné fotografii) je videozáznam nepostradatelný.

Předběžné posouzení dle fotografií je využíváno i v zahraničí, např. U.S. National Fish and Wildlife Forensic Laboratory bylo v letech 2010-2019 zasláno k předběžnému posouzení více než 17 600 wildlife fotografií. Je však nutné si uvědomit, že posouzení dle fotografií či videozáznamu nenahrazuje přímé morfologické zkoumání a jde pouze o předběžný úkon, který napomůže rozhodování na místě. Z pouhých fotografií např. nelze rozeznat, zda se jedná o padělek z jiného materiálu, exemplář také nemusí být úplný a charakteristické znaky nejsou dobře viditelné apod.

## 4.4. Speciální posouzení

### Individuální identifikace

Většina morfologických analýz je založena na znacích charakteristických pro čeledi, rody a druhy. Morfologie obvykle nepracuje s individuální identifikací, která vyžaduje rozpoznání znaků, jež jednoznačně identifikují konkrétního jedince. Existují ale výjimky, kdy jsou morfologické znaky natolik charakteristické, že lze rozeznat i jednotlivé jedince.

Příklady využití pro individuální identifikaci:

- kresba a nasedání štítků na břišní straně krunýře suchozemských želv rodu Testudo;
- kresba na srsti skvrnitých či pruhovaných kočkovitých šelem;
- kresba na kůži hroznýšovitých hadů ad.

Ztotožnění jedince dle individuální kresby bylo využito jako důkaz v rámci rozsáhlé **operace Lovec**, která v ČR rozkryla síť pytláků, překupníků a preparátorů. Jeden z pachatelů upytlčil na Šumavě samici rysa ostrovida a nechal si ji vypreparovat. Po realizaci uváděl, že se jedná o legálně uloveného rysa v Chorvatsku. Podle kresby se však podařilo zajištěnou vycpaninu a fotografii lovce s uloveným rysem jednoznačně ztotožnit s konkrétní rysí samicí Michelle, která byla sledována v rámci monitoringu Národního parku Šumava a Alka Wildlife. Lovec rysici zastřelil v době, kdy vodila mládě (viditelné vlevo na první fotografii, která byla fotopastí pořízena cca 3 týdny před zabitím samice).



(foto Alka, Celní správa, Pavla Říhová)

V současné době jsou vyvíjeny různé technologie využívající umělou inteligenci a počítačové učení, které usnadňují optické rozeznávání jedinců (např. Environmental Investigation Agency vyvíjí takový software pro tygry).

### Určení stáří

V některých případech může být pro daný případ důležité určení věku konkrétního zvířete. V závislosti na druhu lze pro odhad stáří využít různé morfologické charakteristiky:

- velikost a hmotnost jedince;
- zbarvení srsti/opeření;
- osifikace různých kostí a kostních švů (např. lebky);
- rozměry kostí;
- chrup, prořezávání a opotřebení zubů (u savců).

Odhad věku u šelem lze získat pomocí mikroskopické analýzy zubů. Zkoumány jsou tzv. cementum annuli (každoroční přírůstkové kroužky v cementové vrstvě zubů) u řezáků, špičáků a premolárů. Jedná se však o poměrně složitou techniku, která je prováděna jen na specializovaných pracovištích.



*Tygrí kostry pašované z ČR do Vietnamu ukryté v reprobednách. Podle nesrostlých švů na lebce bylo určeno, že se jedná o mladé, ne plně dospělé jedince ve stáří max. 2 roky (foto Pavla Říhová).*

U ptáků lze obvykle rozlišit pouze juvenilní jedince a dospělé, přesné stáří dospělců již určit nelze. Některé druhy dravců vykazují výrazné odlišnosti zbarvení až do cca 2-3 let (motáci, sokol stěhovavý).

## Posouzení preparátů

V případě **vypreparovaných exemplářů** (dermoplastických preparátů, vypreparovaných samostatných kůží, kožešin a koster) bývá zapotřebí kromě samotné determinace druhu také určení přibližného stáří či původu preparátu.

Vypovídající hodnotu má styl preparace, stav preparátu, použité materiály a doplňky, materiál korpusu, očí, technologie či detekovatelné použité chemikálie. Tyto charakteristiky a jejich kombinace mohou být typické pro určité časové období, zemi i konkrétního preparátora.

Původní neporušené preparáty z předválečné doby jsou spíše vzácné. Hodně staré preparáty mohou být umístěny v pouzdrech (původ ve viktoriánské době, důvodem bylo využívání arseniku a rtuti ke konzervaci). Přítomnost pouzdra, jeho konstrukce a typ materiálu, štítky, stejně tak podklad, na němž je preparát umístěn, mohou pomoci určit stáří.

V jedné z šetřených kauz obchodu se slonovinou v ČR bylo zjištěno, že slonovinové sošky jsou uvnitř vyplněny kameny (kvůli zvýšení váhy při prodeji). Kameny byly obaleny novinami, aby se uvnitř sošek nehýbaly a nechřestily. Ke zjištění stáří slonoviny bylo využito radiouhlíkové datování, obsah a datum vydání novin však datování slonoviny pomohl zpřesnit.

Poměrně vypovídající jsou oči použité na dermoplastických preparátech. Moderní preparátoři používají oči vyráběné v Německu, Švédsku nebo USA. Jsou buď z tvrdého vypalovaného smaltu, nebo z akrylátu se zalitou fotografií. Před rokem 1989 byly používány kouřové oči (rozptýlená a nepravidelně tvarovaná duhovka), dvoubarevné oči se objevily až po roce 1989. Jako výplň preparátů byla v minulosti používána dřevitá vata (cca do 80. let). Po roce 1989 se objevily polyuretanové korpusy. Nylonové nitě použité k sešití švů na preparátu ukazují na novodobější práci.



*Starý (a poměrně nevydařený) preparát mláděte rysa ostrovida (foto Pavla Říhová).*

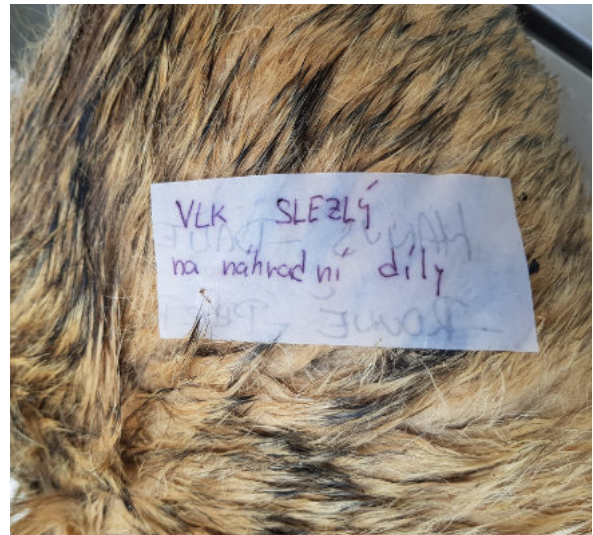
Zaprášenosť exponátů není pro určení stáří relevantní. I novodobé preparáty, pokud jsou umístěny v prašném prostředí, jsou zakrátko zaprášeny a vypadají staře.

Dobrym ukazatelem může být ověření přítomnosti arsenu. Arsenik se používal ke konzervaci vycpanin zhruba do konce 80. let, vysoký obsah arsenu tudíž indikuje, že se pravděpodobně jedná o starý preparát (ke stanovení přítomnosti arseniku se využívají spektrometry, viz kapitola Chemie).

I ve vypreparovaném zvířeti mohly zůstat fragmenty strel v kůži, příp. v kostech, pokud se jedná o kosterní preparát, avšak bez velmi detailní prohlídky, případně rozebrání celého preparátu, je velmi obtížné je najít.

V preparátorské praxi je naprosto běžné, že se preparát, který není dokonalý a kompletní, doplňuje částí z jiného jedince téhož druhu. Využívá se např. v situacích, kdy je kadáver poškozen nebo ho část chybí (část těla zničena strelou, kůže zapařená či potrhána, v kosterním preparátu chybějící zub nebo kůstka apod.), případně v situacích, kdy zvíře nesplňuje představy o vzhledu trofeje (mladému lvu je domodelována velká hřiva statného samce, samici tygra jsou domodelována varlata apod.). Pro tyto účely mívají preparátoři v zásobě „náhradní díly“ z jiných zvířat. Na hotovém preparátu není namixování z více jedinců patrné a bez provedení genetických analýz většinou nelze poznat.

Zvláštní pozornost je třeba věnovat možnosti tzv. **fake taxidermy**, tj. situaci, kdy je preparát zhotoven nebo doplněn kůží jiného druhu.



Část kadáveru vlka nalezená při domovní prohlídce v mrazáku preparátora (foto Pavla Říhová).

## 5. Genetika

U případů wildlife kriminality jsou analýzy DNA využívány k:

- určení druhů živočichů či rostlin, pokud není určení možné provést morfologicky;
- stanovení příslušnosti k určité populaci či poddruhu;
- individuální identifikaci jedince;
- ověření příbuznosti, pohlaví či rodové linie;
- získání genetického profilu možného pachatele (dotyková DNA).

Citlivost genetických metod se neustále zvyšuje a úspěšně analyzovat DNA je tak v současné době možné i z velmi malého množství materiálu.



*Podezřelý živočišný materiál zajištěný v rámci Operace Trophy. Morfologické určení nebylo možné, proto byly odebrány vzorky pro genetickou analýzu (foto Dominika Formanová).*

### 5.1. Princip metody

Principem genetické analýzy je analýza deoxyribonukleové kyseliny (DNA), která je přítomna v buňkách všech buněčných organismů. Základními stavebními kameny DNA jsou nukleotidy, jejich pořadí tvoří genetický kód. V buňkách se DNA nachází v jádře (lineární jaderná DNA), kde je uspořádána do **chromozomů**, u živočichů pak ještě v mitochondriích (mitochondriální DNA s kruhovou strukturou) a u rostlin v chloroplastech (plastidová DNA). Biologické druhy mají různý počet chromozomů (člověk 23 párů, kočka 19, pes 39, šimpanz 24, jeseter 260...), z nichž většinou 1 pár určuje pohlaví jedince.

**Gen** je část řetězce DNA, která nese kódující informaci pro tvorbu bílkovin (člověk má 20-25 000 genů). Úseky, které nekódují bílkoviny, se označují jako nekódující (extragenová) DNA.

Variety konkrétního úseku DNA jsou označovány jako **alely**. Všichni jedinci téhož druhu mají shodné geny, ale liší se v alelách. Alely se vyskytují v párech (mohou být dominantní a recesivní). Jednu alelu dědí jedinec po otci, druhou po matce.

V sekvenci DNA může docházet ke změnám - **mutacím**, které mohou být malé jednobodové (záměna jediného nukleotidu v sekvenci), rozsáhlejší (přesun, vymazání nebo „připsání“ části sekvence) i obrovské (přestavby celých chromozómů, změny počtu chromozómů či jejich sad).

Určitý konkrétní úsek nebo místo na DNA je označován jako **lokus** (úsek, který je předmětem testování, se nazývá **marker**). Některé lokusy mají více variant (tzv. polymorfní lokusy). Variabilita lokusů DNA:

- lokusy nepolymorfní (minimálně variabilní);
- lokusy nízké až středně polymorfní (v populaci je několik variant);
- lokusy vysoce polymorfní (vyskytují se v mnoha variantách, zakládají největší rozdíly mezi jedinci). Pro forenzní testování se používají především tyto lokusy, které mají velkou variabilitu.

V počátcích forenzní genetiky byly k identifikaci používány tzv. minisatelity, dlouhé tandemové repetice s variabilním počtem opakování (VNTR, variable number of tandem repeats). Šlo o sekvence



o délce 10-100 nukleotidů, které se opakovaly těsně za sebou na určitém místě DNA. Od 90. let se pro identifikaci prakticky nepoužívají.

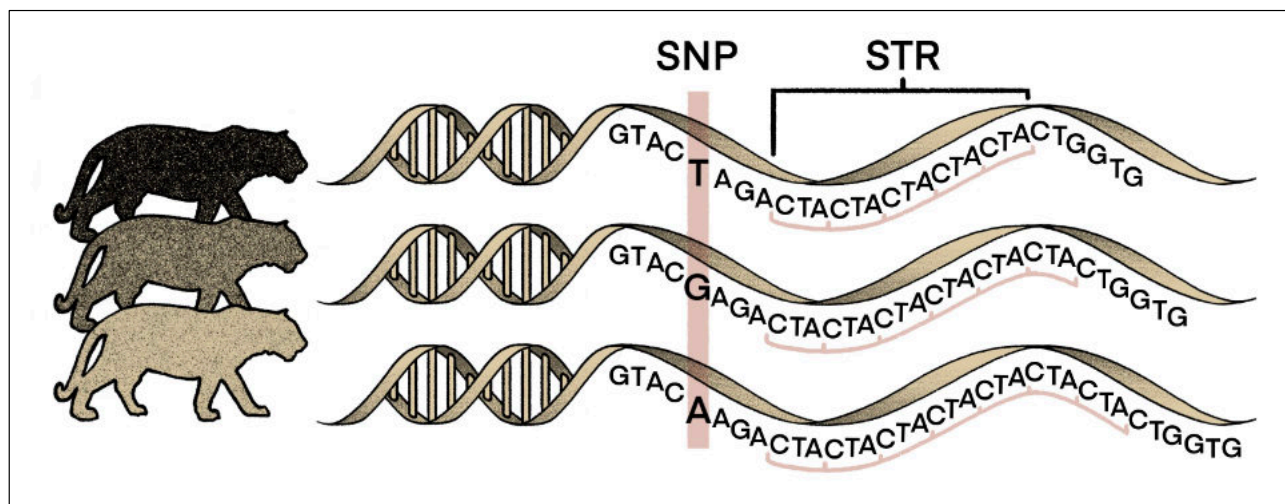
Genetické analýzy se v současné době zaměřují na 2 odlišné typy polymorfismů:

- **STR (short tandem repeats) - tzv. délkové polymorfismy** (mikrosatelity) jsou variabilní v počtu opakování určité sekvence nukleotidů. Nachází se **pouze v jaderné DNA** a jde o jednoduché opakující se sekvence 2-10 nukleotidů. Vykazují vysoký stupeň polymorfismu a nejvyšší míru mutací (mutují nejrychleji ze všech polymorfismů) a jde tak o jedny z nevhodnějších genetických markerů. Forenzní genetická analýza lidí je založena většinou na STR lokusech.

Při forenzní analýze je nutno testovat současně větší počet STR lokusů (pro lidi v ČR obvykle 16), čímž se náhodná shoda stává velmi nepravděpodobnou. Je důležité, aby byly používány, pokud možno, stejné STR lokusy. Jedině tak lze porovnat data získaná v různých laboratořích.

Pro testování zvířat je nutno znát a validovat určitý počet STR, které mají vypovídající hodnotu. Ne u všech druhů byl však takový výzkum proveden. Znamé jsou sety STR (mikrosatelitů) pro slony, jezevce, psy, velké kočkovité šelmy, želvy rodu *Testudo*, *Geochelone* a *Gopherus*, pro ary, žaky, amazoňany, jestřáby, orly skalní, sokoly, rarohy...

- **SNP (single nucleotide polymorphisms) - tzv. sekvenční polymorfismy** jsou založeny na změně jen 1 nukleotidu v konkrétním místě DNA (lokusu). Jde o nejjednodušší formu polymorfismů - nukleotid je nahrazen jiným, vmezeřen je nukleotid navíc, nebo naopak jeden vypadne. Nachází se **v jaderné i mitochondriální DNA**, jsou stabilní a jde o nejběžnější formu genetické variability. Mají však poměrně nízkou informativnost (jen 20-30 % informativnosti STR), proto je nutné jich testovat mnohem více než STR, aby byla vyloučena pravděpodobnost náhodné shody. Jejich výhodou je možnost využití pro analýzu degradovaných materiálů. Co se týče lidských analýz, nepoužívají se pro klasickou databázovou individuální identifikaci, ale spíše pro více specifické analýzy (např. ohořelé ostatky, hodně staré ostatky, fenotypování, genealogie, lidské populace ad.). V oblasti analýz živočichů analýzy SNP naopak převažují.



Rozdíl mezi délkovými polymorfismy STR, kdy se jedinci liší v délce polymorfismu, a sekvenčními polymorfismy SNP, kdy se jedinci liší pouze v jednom nukleotidu (kresba David Říha).

Bohužel nelze jednoduše kombinovat analýzy založené na STR a SNP, takže obvykle se laboratoře věnují jen jednomu z těchto typů analýz. Důvodem jsou jednak určité rozdíly v technologiích, ale také data z obou typů analýz jsou nekompatibilní (pokud jsou databáze postaveny na STR profilech, není možné s nimi porovnat profil postavený na SNP a naopak).

Pro forenzní analýzy je za určitých okolností vhodnější **mitochondriální DNA (mtDNA)**, protože jaderná DNA je více náchylná k degradaci. Především jde o analýzy determinující konkrétní druhy a o analýzy destruovaných materiálů.

Výhodou mitochondriální DNA je existence mnoha kopií v každé buňce, což je vhodné např. pro analýzu destruovaných materiálů (mtDNA lze izolovat i z chlupů, kostí, využívá se např. při identifikaci ohořelých těl). Nevýhodou tohoto typu DNA je přenos pouze v mateřské linii a malá variabilita. Díky malé variabilitě není mtDNA vhodná pro individuální identifikaci. Vzhledem k přenosu po maternální linii (přenos v nezměněné podobě) ji nelze využít ani ke stanovení individuálních příbuzenských vztahů. Zavádějící výsledek může dát analýza mtDNA i u kříženců (např. pokud se bude jednat o křížence vzniklého spojením samice sokola a samce raroha, analýza mtDNA jedince určí jako sokola).

*Extrakt zabavený při vývozu z Prahy do Vietnamu, testován na přítomnost tygří mtDNA, zjištěna marihuana (foto Pavla Říhová).*



Citlivost genetických metod je velmi vysoká a analýzu DNA je možné provést i z velmi malého množství vzorku. Je to možné díky polymerázové řetězové reakci (PCR, z angl. Polymerase Chain Reaction), která slouží jako jakási molekulární „kopírka“ a namnoží i velmi malé množství DNA. Toto namnožení však zároveň znamená vyšší riziko z hlediska možné kontaminace vzorku (zvláštní obezřetnost je na místě především při analýzách lidské DNA).

Analýza DNA se nemusí vždy zdařit. Důvodem může být příliš malé množství vzorku (nepovede se extrakce dostatečného množství DNA), degradace DNA, přítomnost inhibitorů (např. olejů) či kontaminace cizorodou DNA. Problematické jsou zvláště materiály, které prošly dlouhým varem (masoxy, některé typy tradiční medicíny), vyčiněné kožešiny a kůže (hlavně činěné pomocí chromu), vypreparované kosti a různé směsné vzorky.

Poměrně zásadní jsou **rozdíly v dostupnosti a standardizaci** mezi analýzami lidské DNA a tzv. non-human DNA (DNA nepatřící člověku). Genetické analýzy člověka jsou ve forenzní vědě používány od konce 80. let 20. století a jsou za desítky let používání standardizovány a rutinně používány mnoha laboratořemi. Je známo velké množství STR lokusů na lidské DNA, které jsou použitelné pro identifikaci. Celosvětově je používán standardizovaný set STR lokusů, tzv. CODIS loci. Frekvence výskytu jednotlivých alel je známá, jelikož lidská populace je dobře prostudována (znalost frekvence výskytu jednotlivých alel je nutná k následnému statistickému vyhodnocení).

Oproti tomu analýzy živočichů a rostlin patří mezi pokročilou forenzní genetiku, a ne všechny forenzní laboratoře jsou schopny tento typ analýz provádět. U mnoha druhů nejsou známy použitelné STR či SNP markery, či nejsou řádně validovány. Zvláště u vzácných druhů nejsou provedeny populační studie a není známa frekvence výskytu jednotlivých alel. Laboratoře používají různé identifikační systémy a data mezi nimi nejsou kompatibilní.

Nevýhodami genetických analýz pro aplikovanou praxi v případech wildlife kriminality zůstává také vysoká cena, potřeba laboratoře s finančně náročným přístrojovým vybavením a odborná a časová náročnost analýz.

## 5.2. Použití genetických analýz

### Určení druhu

Nejčastějším zadáním genetických analýz v případech wildlife crime je požadavek na **určení druhu**.



*Lebka mladého tygra, morfologická determinace byla potvrzena genetickou analýzou (foto Dominika Formanová).*

Každý druh živočicha a rostliny má specifickou genetickou informaci (jakýsi „čárový kód“). Referenční databáze jsou veřejně k dispozici, např. databáze National Center for Biotechnology Information (GenBank) nebo databáze Barcode of Life Data System (BOLD) a obsahují genetické sekvence více než 260 000 druhů. V případě potřeby lze neznámý zkoumaný vzorek také přímo porovnat s referenčním vzorkem (pokud je k dispozici).

Genetická analýza umožňuje určit druh i v případech, kdy u zkoumaných předmětů nejsou k dispozici specifické morfologické znaky a nelze je přiřadit ke konkrétnímu druhu (části těl, zbytky tkání, různé výrobky). Využívá se při vyhodnocení stop, např. skvrn od krve (v pasti, v autě, na oblečení či věcech podezřelého, v kleci atd.), slin na kořisti, trusu, chlupů, zbytků vajec atd.

### Určení populace/geografického původu

Pomocí analýz DNA lze za určitých podmínek rovněž **identifikovat populaci** či geografický původ jedince. Geograficky oddělené populace vykazují specifické genetické rysy. Je pro ně typická frekvence určitých alel, mohou podléhat inbreedingu (omezené mísení genů). Pomocí výzkumu a sběru vzorků z terénu jsou vytvářeny tzv. **genotypové mapy**, které lze využít např. k odhalení původu kontrabandu, původu upytlačených jedinců a nepřímo i odhalení pytláckých hot-spots. Pro vytvoření genotypové mapy je nutná poměrně rozsáhlá databáze vzorků, aby byly výsledky signifikantní. V současné době se tento typ výzkumů rychle rozvíjí a pro aplikační praxi přináší možnost získání velmi přínosných důkazů o původu exemplářů. Jsou známy genotypové mapy pro slonovinu, nosorožce (RhODIS), luskouny, mořské želvy (Shellbank), vytváří se mapy pro tygry. Z evropských druhů je možno tímto způsobem analyzovat rysy, vlky, tetřívky, medvědy, kočky divoké a další (blíže viz Příloha A).

### Určení pohlaví

Genetické analýzy mohou také **určit pohlaví** konkrétního jedince. Pohlaví je zpravidla kódováno jedním párem tzv. pohlavních chromozomů. U savců je systém XY: samice jsou homogameticke, tj. mají chromozomy XX, samci jsou heterogameticiti s chromozomy XY. Ptáci mají systém pohlavních chromozomů ZW: samice jsou heterogameticke, mají kombinaci ZW, samci jsou homogameticiti s chromozomy ZZ. Složitější situace je u plazů, kde některé druhy mají systém ZW a jiné XY. O pohlaví však rozhoduje spíše teplota během inkubace vajec než pohlavní chromozomy. Také obojživelníci mohou mít oba systémy. Velice pestrá je situace u ryb, kde jsou oba systémy, navíc hermafroditní druhy a druhy, které mohou změnit pohlaví během života.

V oblasti wildlife kriminality může být určení pohlaví důležité např. u případů pytláctví (lovná zvěř má různé doby lovu a hájení samců a samic). V Maďarsku vyvinuli rychlý test na určení pohlaví jelenovitých založený na LAMP metodě (reakční čas 40 minut, spolehlivost 100 %). LAMP metoda (z angl. Loop-Mediated Isothermal Amplification) je technika amplifikace DNA vhodná pro využití v terénu. Jejími hlavními výhodami oproti tradiční metodě PCR (viz dále) jsou vysoká rychlost, jednoduchost a citlivost (detekuje i stopová množství DNA a dobře pracuje se znehodnocenými vzorky). Její aplikace vyžaduje pouze základní vybavení.

## Individuální identifikace

**Individuální identifikace** je založena na skutečnosti, že každý jedinec má unikátní genetickou informaci, která nemůže být změněna nebo odstraněna.

Pro forenzní použití musí být testy individuální identifikace dle DNA pro jednotlivé druhy validovány a propojeny s vhodnými populačními údaji, aby bylo možné vypočítat statistickou sílu shody. Jednotlivci se od sebe liší jen v cca 0.1-1 % genetické informace, je proto nutné identifikovat úseky DNA, které jsou natolik variabilní, že se liší mezi jednotlivými jedinci. Toto zjištění vyžaduje náročnější výzkum a validační studie. Pro použitelný výsledek individuální identifikace je nutno shodu DNA profilů zhodnotit statisticky pomocí pravděpodobnosti náhodné shody (Random Match Probability), což je statisticky vyjádřená pravděpodobnost, že se v populaci vyskytne nepřibuzný jedinec se stejným DNA profilem. Často se využívá rovněž Likelihood ratio.



*Individuální identifikace pomohla propojit tygří drápy nalezené při domovní prohlídce s chovatelem tygrů, který prodal tygra ke zpracování vietnamským překupníkům (foto Zdeněk Novák).*

Analýzy individuálních profilů DNA mohou např. sloužit k:

- odhalení podvodů s identifikačním značením exemplářů (záměny jedinců);
- propojení kontrabandu s dodavatelem (předpokladem je existence databáze DNA profilů chráněných zvířat);
- ztotožnění skvrn od krve v automobilu/dílně/na nástrojích atd. se skvrnami nalezenými na místě činu;
- určení konkrétního vlka/psa, který zadával ovce;
- v UK využívají individuální profilování ze stop krve k určení, kolik jedinců zvířat bylo v aréně během zakázaných zápasů např. psů, kohoutů;
- ad.

## Určení rodičovství/příbuznosti

Parentální DNA testy slouží k ověření, zda exemplář je potomkem udávaných rodičů (rozlišení odchovu v zajetí od nelegálního odchytu z přírody). Při těchto analýzách se stanovuje stejný DNA profil jako u individuální identifikace, pouze statistické zpracování je následně jiné. Pro kvalitní analýzy by měla být pro daný posuzovaný druh zpracována také populační studie (je nutno znát frekvenci alel v populaci) a při hodnocení výsledku analýzy proveden výpočet koeficientu příbuznosti. Tyto informace nejsou dostupné u všech druhů (výzkum dosud nebyl proveden), proto DNA testy příbuznosti nejsou u zvířat zdaleka tak rutinní jako u člověka a v současné době nejsou pro všechny druhy dostupné. Problémem mohou být příbuzensky prokřížené populace.

Při určování paternity se obvykle pracuje s 10 a více STR lokusy (mikrosatelity), u lidí se standardně používá 16 (European standard set).

Rodičovství nikdy není možné potvrdit na 100 %, lze jej potvrdit jen s určitou pravděpodobností. Je však možné je na 100 % vyloučit, pokud jsou u udávaného potomka přítomny alely, které daný rodič nemá.

Otestování rodičovství je při hlášení odchovů v zajetí v ČR pro některé druhy povinné (např. pro některé druhy papoušků či pro jestřáby).

Testování rodičovství může sloužit i jako **forma prevence**. Mezinárodně jsou prováděny kontroly rodičovství u plemenných koní, krav či prasat. U koní bylo v minulosti velmi často uváděno falešné

rodičovství. Poté, co evropské státy zavedly přísná pravidla a od 1994 je povinnost rodičovství ověřit geneticky, falešné odchovy dramaticky poklesly. U volně žijících druhů došlo k podobné situaci např. v Nizozemsku, kde byly velmi často hlášeny odchovy jestřábů v zajetí (jedná se o obtížně odchovatelný druh, proto byly o těchto hlášeních značné pochybnosti). Po zavedení povinného testování rodičovství počet hlášených odchovů jestřábů dramaticky poklesl.

*Odběr peří u ary hyacintového za účelem ověření parentity (foto Dominika Formanová).*



## Dotyková DNA

Pro dokazování v případech wildlife crime mohou být velmi užitečné analýzy tzv. **dotykové lidské DNA**, kterou lze sejmout z různých typů povrchů.

Ve Velké Británii je pro vyšetřovatele od roku 2013 povinností odebírat a testovat případné vzorky dotykové lidské DNA na místě činu, a to i v případech wildlife kriminality (*National DNA Regulatory Guidance*). V ČR se tyto typy odběrů doposud u wildlife případů téměř neprovádí, byť by mohly přinést zásadní informace.

Člověk při kontaktu s jakýmkoli povrchem na něm zanechává buňky ze své pokožky. Různí lidé zanechávají různé množství biologického materiálu. Někdo zanechává na místě své buňky i při letmém kontaktu, někdo je naopak donor velmi špatný. Jde zřejmě o dědičnou predispozici, která souvisí s rychlostí obnovy pokožky a se soudržností jednotlivých buněk v kůži. Lepšími donory obecně bývají muži.

Studie provedené v Austrálii (Flinders University) prokázaly, že dotykovou DNA lze sejmout a úspěšně analyzovat z různých povrchů (železo, dřevo, plast, lano) i po 4 týdnech vystavení vnějším povětrnostním podmínkám (vlhko, déšť) a venkovnímu UV záření.



*Odběr dotykové DNA ze zubu hrocha (foto Arthur Sniegon).*

Dotykovou DNA je možné sejmout také **z povrchu těla mrtvého zvířete** (ze srsti, peří, šupin), **ze slonoviny**, **z pastí**, **z vnitřku přepravek** s pašovanými exempláři apod.

Studie provedená ve Velké Británii (2018) testovala úspěšnost analýzy dotykové DNA ze srsti a peří zabitých zvířat a z pastí v průběhu expozice venkovnímu prostředí po 1, 2, 4 a 10 dnů. K odběrům byla použita odběrová lepicí páska (vyhodnocena jako efektivnější než odběr pomocí tamponu). Úspěšnost analýzy DNA z pastí byla poměrně vysoká i po 10 dnech venkovní expozice, u kadáverů zvířat vzhledem k probíhajícím rozkladným procesům bylo sejmutí a následná analýza úspěšná pouze v prvních dnech (po 10 dnech již DNA detekovatelná nebyla).

Přítomnost buněčného materiálu na malých plochách lze vizualizovat pomocí senzitivního fluorescenčního barviva Diamond, pro velké plochy (např. tělo zvířete) je však tento postup nevhodný.

Centrum environmentálních forenzních věd UK provedlo v roce 2024 otestování možnosti **sejmutí dotykové lidské DNA z kadáverů savců a ptáků**. Použity byly kadávery kočky arabské (odběr ze srsti), čápa a volavky (z peří a kůže na nohou), káně (z peří), ze slonoviny, luskouních šupin, hadí kůže a kožešiny tygra. Jako donoři dotykové DNA byly využity ženy i muži. Celkem bylo odebráno 12 vzorků pomocí stěrů navlhčenými tampony FLOQSwabs. Analýzy DNA následně provedl Kriministický ústav Praha, ale naměřené hodnoty kvantity lidské DNA byly nízké. Kriministický ústav má nastavenou hranici koncentrace DNA ve vzorku na 2pg/μl (pod tuto hodnotu profily DNA zpravidla nevycházejí). Kvantifikace vyšla nejlépe u hladších povrchů (slonovina, hadí kůže), využitelné by byly i vzorky ze srsti kočky arabské (zdroj žena) a nohy volavky (zdroj muž). Lze konstatovat, že k další analýze by bylo použitelných max. 30 % testovaných vzorků. I to je však pozitivní informace naznačující, že má smysl zkusit dotykovou DNA v případě potřeby sejmut i z kadáverů zvířat či wildlife produktů.

Dále byly otestovány odběry dotykové DNA pomocí olepu speciální lepicí páskou. Vzorkovány byly kadávery čápa, sysla, sovy pálené, kožešina rysa a slonovina. Donorem byli opět ženy i muži. U odběrů pomocí pásky se však při analýze nepodařilo nalézt dostatečné množství DNA pro stanovení profilu v žádném z testovaných vzorků. V ČR se lepicí páska k odběrům prakticky nepoužívá a vzhledem k výsledkům testu ji nelze ani doporučit.

## Environmentální DNA

Novým trendem je zkoumání tzv. **environmentální DNA (eDNA)**. Jedná se o analýzy DNA z buněk organismů uvolněných do vody či vzduchu. Uvolněné buňky mohou být přenášeny i na větší vzdálenost, detekce je možná i po stovkách metrů od původního zdroje. K zachycení eDNA jsou konstruovány různé typy eDNA senzorů.

Zatím tato metoda slouží k monitoringu druhů především ve vodním prostředí (obojživelníci, ryby), nově se však objevují také studie zaměřené na suchozemské organizmy. Využití eDNA by mohlo časem nahradit či doplnit dosavadní technologie sloužící k monitoringu zvířat v přírodě (fotopasti, telemetrie ad.).

Ve forenzní aplikované praxi dosud není eDNA běžně využívána. Od roku 2019 je testování tohoto typu používáno k determinaci druhu úhořů v pašovaných zásilkách (odběr vzorku vody). Nově je testováno možné využití pro detekci přítomnosti wildlife kontrabandu (luskouní šupiny, nosorožčí rohy, rosewood, kožešiny ad.) pomocí extrakce vzduchu z velkých nákladních kontejnerů.

## Stanovení stáří

Po dlouhou dobu nebylo možné pomocí genetické analýzy určit stáří jedince. Nové výzkumy se však zaměřují na hodnocení počtu a rychlosti změn (metylací) na šroubovici DNA. Pomocí těchto parametrů by do budoucna mohlo být určení stáří dle DNA možné. Výzkumy se zatím týkají pouze člověka, ojediněle byly DNA metylace zkoumány na lidem blízkých primátech (šimpanzi, studie 2018).

### 5.3. Postup analýzy

Prvním krokem při analýze DNA je její **izolace/extrakce**.

**Izolace DNA** probíhá ve třech krocích:

- 1) buněčná lyze (rozbití buňky, aby se uvolnila DNA);
- 2) přečištění (lyzát po rozbití buňky se pomocí speciálních pufrů přečišťuje, cílem je získat pouze molekuly DNA a navázat je na nějaký nosič);
- 3) eluce (DNA je navázaná na nosiči a je třeba ji uvolnit do stabilizačního roztoku (voda nebo eluční pufr), ve kterém pak bude skladována).

Pro izolaci DNA se používají speciální soupravy. Výsledkem je čistá DNA bez příměsi jiných látek.

Po extrakci se provádí **kvantifikace DNA**, tedy určení množství DNA ve vzorku, případně spojená s její charakterizací (stanovení, zda se jedná o DNA lidskou či jinou) a stanovením kvality (míra degradace). Kvantifikace je zvláště důležitá u vzorků „nejistých“ (tkáň ve vyšším rozkladu, stěry, zpracované výrobky), u kterých vždy panuje nejistota ohledně kvality a kvantity DNA.

Další krok analýzy představuje **polymerázová řetězová reakce (PCR, z angl. Polymerase Chain Reaction)**, pomocí níž se vybrané úseky DNA mnohonásobně namnoží (amplifikují). Amplifikace se zaměřuje na určité konkrétní úseky DNA (lokusy), k jejichž označení se používají **primery** (krátké úseky DNA, které rozeznají zvolenou sekvenci). Primery nasedají před začátek a konec vybrané sekvence a umožní její namnožení/amplifikaci. Cílem je namnožit výhradně DNA, která nás zajímá, tj. např. eliminovat příměs lidské DNA ve zvířecím vzorku, nebo naopak zaměřit se na lidskou DNA a eliminovat příměs jiných druhů organismů. Druhově specifické primery nasedají pouze na určité místo DNA daného druhu či skupiny příbuzných druhů (např. primátů) a s ostatními druhy komplementární nejsou (nepasují k nim).

PCR umožňuje získat velké množství kopií původní DNA. Předchozí kvantifikace DNA, tj. stanovení její koncentrace ve vzorku, je důležitá pro vyladění PCR reakce, která je citlivá na správné vstupní množství DNA - příliš malé množství, ale i příliš velké množství DNA vede ke zhoršenému průběhu reakce, nebo k její úplné inhibici. Kvantifikace je proto velmi důležitá zejména u složitých vzorků, kde obsah DNA není znám a nedá se odhadnout.

PCR se provádí v zařízení zvaném **termocyklér**, do něhož se vkládají zkumavky s reakční směsí. Přístroj mění cyklicky teplotu a cykly se typicky opakují 20–40krát (proces je řízen počítačem). Po několika desítkách cyklů směs obsahuje až miliardy kopií příslušného úseku DNA.

Pokud je v rámci jedné reakční směsi (v jedné zkumavce) amplifikován jediný DNA lokus (je použit jeden pár primerů), jedná se o monoplexovou PCR. U většího počtu lokusů se používá termín **multiplexová PCR**.

Specifickým typem PCR je kvantitativní polymerázová řetězová reakce (**real-time PCR, qPCR**), která umožňuje zároveň i kvantifikaci sledovaného úseku DNA v reálném čase. Každý cyklus reakce je zaznamenáván ve skutečném čase. Používají se k tomu fluorescenčně značené sondy nebo fluorescenční barviva, intenzita fluorescence je v průběhu celé reakce snímána a počítačově vyhodnocována.

PCR reakci mohou negativně ovlivnit různé látky - inhibitory. Mezi inhibitory patří např. krevní barvivo hemoglobin, huminové kyseliny z půdy, různé oleje a mastné kyseliny, detergenty, barvivo z obálek typu manila apod. Některé inhibitory lze odstranit během izolace DNA, pro některé existují speciální postupy pro jejich odstranění a některé jsou odstranitelné jen velmi obtížně.

Další postup závisí na zaměření genetické analýzy.

**Sekvenování DNA** je postup čtení sekvence DNA, resp. určení pořadí nukleotidů v řetězci DNA. Cílem je např. určit druh živočicha dle specifické sekvence DNA. Nejprve probíhá **elektroforéza**. Jde o separační metodu založenou na pohybu nabitých částic v elektrickém poli. Různě velké /těžké částice se pohybují různě rychle, díky čemuž dojde k jejich rozdělení. V rámci sekvenace je prováděna tzv. kapilární elektroforéza, kdy dochází k separaci fragmentů DNA v kapiláře. Výsledkem kapilární elektroforézy je tzv. elektroferogram. Pořadí nukleotidů je určeno tak, že každý nukleotid je fluorescenčně značený a podle toho, jakou barvu detekuje kamera, která snímá fragmenty procházející kapilárou, je určeno, jaký nukleotid je na které pozici. Tento postup je typický pro tzv. Sangerovo sekvenování, novější postupy při sekvenování druhé/třetí generace probíhají poněkud odlišně.

Pokud je cílem stanovit genetický profil jedince (individuální identifikace), používá se fragmentační analýza, která hodnotí délku několika zvolených fragmentů. Výsledkem tedy není sekvence nukleotidů, ale profil složený z konkrétních alel (dle délky fragmentů). I zde je využívána kapilární elektroforéza. Pro stanovení přesné délky fragmentů se používá standardizace pomocí tzv. **alelického žebříčku**, což je uměle připravená směs fragmentů několika známých délek, s níž se vzorek porovnává.

Dalším krokem je zpracování dat ze sekvenátoru pomocí speciálního softwaru, statistické zhodnocení a interpretace získaných výsledků.

Délka celé analýzy DNA závisí na časové náročnosti jednotlivých kroků. Nejvariabilnější fází je délka izolace DNA, která může být u různých materiálů velmi rozdílná. U jednoduchých materiálů s dostatkem DNA může jít o desítky minut, izolace DNA z kostí oproti tomu může trvat více dnů. Trvání analýzy DNA také prodlužuje přítomnost inhibitorů a nutnost jejich odstranění.

## 5.4. Terénní testy

Dlouhodobě probíhá snaha urychlit testy DNA a vyvinout terénní soupravy (DNA mobile unit) umožňující provést orientační analýzu přímo na místě. Vývojem těchto souprav se zabývá mnoho firem, většina se však zaměřuje na humánní analýzy (uživatelé: vojáci, lékaři, záchranáři, kontroly potravin...).

Příklady mobilních přístrojů:

- ParaDNA (LGC Genomics) - využívá Celní služba USA pro kontroly zásilek atlantské tresky;
- Genie II (OptiGene);
- MinIon (Oxford Nanopore) - sekvenátor velikosti mobilního telefonu, používá např. Singapore Center for Wildlife Forensics pro rychlé analýzy luskouních šupin;
- TwistAmp - využívá Celní služba USA pro kontrolu lososů chinook.

Jsou vyvíjeny i terénní rychlotesty cílené na určité druhy, např. v USA projekt **iCatch** ([www.iCatch.app](http://www.iCatch.app)), v rámci kterého byl vyvinut terénní jednoduchý genomický test (Rapid Test Kit) zaměřený na ryby. Testy jsou vysoce přesné, nevyžadují samostatný krok izolace DNA, vše se děje v rámci jedné zkumavky a jejich použití je velmi jednoduché. Primárně byl iCatch vyvinut pro testování rybího masa, konkrétně druhů, které jsou v rámci spotřebního řetězce zaměnitelné (chňapal, mořan, tilápie, okouník). Test umožňuje odlišit také různé druhy lososů a odhalit tak poměrně časté záměny lososů z farem Atlantiku za cennější lososy z volné přírody Pacifiku. Podobně dokáže identifikovat i jednotlivé druhy a populace tuňáka. Spektrum testovatelných druhů se stále zvětšuje, aktuálně je ve vývoji identifikace žraloků včetně jejich ploutví, které jsou ceněným artiklem v Asii. Aplikace je určena pouze pro státní správu a jiné oprávněné subjekty.

## 5.5. Odběry vzorků

Při zajišťování biologických stop pro genetické zkoumání je nutno:

- zabránit degradaci stopy (zničení biologického materiálu);
- zabránit kontaminaci (zanesení cizorodého biologického materiálu);
- odebrat dostatečné množství biologického materiálu.

Degradaci DNA mohou způsobit fyzikální, chemické či biologické vlivy jako je vysoká teplota, vlhkost, UV záření, různé chemikálie (oxidační činidla apod.), mikroorganismy apod. V praxi bývá nejčastějším rizikem mikrobiální degradace kvůli vlhku a teplu, které jsou optimální pro růst mikroorganismů (vzorek může být v takových podmínkách degradován velmi rychle).

Ke kontaminaci může dojít vzájemným kontaktem vzorků, použitím nevhodného odběrového materiálu, nebo zanesením biologického materiálu odebírající osoby. Při odběrech je nutno vždy používat **rukavice a roušku, se stopami manipulovat odděleně, používat sterilní nástroje** (nebo jednorázové) a **tzv. DNA free odběrové pomůcky** (především odběrové tampony a vodu). Je rozdíl mezi pomůckami sterilními a DNA free (sterilní znamená, že neobsahuje infekční agens (živé bakterie, viry, plísňe apod.), DNA free znamená, že neobsahuje žádnou DNA, zejména ne lidskou).



Sterilizaci nástrojů lze provést:

- ✓ opláchnutím 96% ethanolem a prostředkem pro odstranění DNA (DNA Removal);
- ✓ otřením dezinfekčními ubrousky s ethanolem, či chlornanem sodným, např. Mikroqid AF;
- ✓ postříkáním dezinfekčním prostředkem (Savo, Sanitol), opláchnutím destilovanou vodou (nechat uschnout);
- ✓ v nouzových podmínkách (terén) lze opláchnout 96% ethanolem a vypálit nad plamenem (sirky, zapalovač).



*Pro sterilizaci nástrojů lze použít dezinfekční ubrousky Mikroqid AF (foto Pavla Říhová).*

V případě většího množství vzorků či vzorků z více různých jedinců je nutné nástroje sterilizovat i mezi jednotlivými odběry (eliminace vzájemné kontaminace), mít k dispozici více sad nástrojů, nebo používat jednorázové nástroje.

Dostatečné množství zajištěného biologického materiálu je důležité s ohledem na úspěšnost analýzy. Pro různé typy vzorků je toto množství odlišné, viz podrobněji dále. Vždy by mělo být odebráno více materiálu, než je zapotřebí na jednu analýzu, jelikož může nastat situace, kdy je třeba analýzu zopakovat.

Předmět, ze kterého je odebírán vzorek, by měl být fotograficky zdokumentován před odběrem vzorku (číslo stopy, měřítko). Je doporučeno zdokumentovat i samotný odběr a místo, odkud je vzorek odebírán (blíže k dokumentaci kapitola Zajištění důkazů a vzorků).

Vhodným postupem uchování u mnoha typů vzorků je jejich **vysušení**, které se provádí umístěním do prodyšných či poloprodyšných obalů (papírové sáčky, obálky, sterilizační sáčky Stericlin propustné pro páry a vzduch atd.), v nichž k vysychání dochází samovolně. Vysychající stopy se dávají do **dvojiho balení** (např. odběrové tampony se vloží do plastové zkumavky, do které je předem udělán sterilním nástrojem otvor, aby byl zajištěn dostatečný přísun vzduchu potřebného k vysychání; zkumavka se poté vloží do papírové obálky). Možností je přidání sáčku se silikagelem, který natahuje zbytkovou vlhkost. Vyschlé vzorky jsou fixované a stabilizované na měsíce až roky.

Vlhké/mokrý vzorky (měkké tkáně, trus) se odebírají do plastových dobře těsnících nádob či zkumavek a co nejdříve se **zmrazí**, aby nedocházelo k degradaci DNA. Je také možné tyto vzorky před zamrazením **stabilizovat 96% ethanolem** (nepoužívat denaturovaný!). Vzorek musí být v takovém případě plně ponořený (poměr ve zkumavce - 1/3 objemu vzorek, 2/3 ethanol).

**Mezi kriminalistickými technikami je rozšířena informace, že vzorky pro analýzy DNA se nesmí dávat do ethanolu, neboť ethanol údajně štěpí DNA. Tato informace je mylná!** Mnoho genetiků z vědeckých pracovišť naopak uchování vzorků v 96% ethanolu preferuje, neboť DNA je tímto způsobem fixována a vydrží déle stabilní (96% ethanol nemrzne, takže vzorek, byť je uložen v mrazu, není zcela zmrzlý, v chladu dochází k pomalejší degradaci DNA). Rovněž genetické banky, kde je zapotřebí uchovat vzorky po dlouhou dobu (desítky let), ukládají archivované vzorky do ethanolu a mrazí při -80°C.

Postup uchování vzorku je vždy lepší předem konzultovat s laboratoří, která bude danou genetickou analýzu zpracovávat (laboratoře mohou mít odlišné požadavky).

Vlhké předměty (i se zbytkovou vlhkostí) se zásadně nebalí do neprodyšných obalů (igelit), pokud nejsou bezprostředně předány do laboratoře nebo zamrazeny. Vlhkost způsobuje rychlou degradaci biologických stop (plísňě, bakterie).

## Speciální materiály pro odběr vzorků

### DNA/RNA shield

Jedná se o speciální roztoky pro uchování nukleových kyselin a inaktivaci patogenů (virů, bakterií, plísni a parazitů). Vyrábí je např. firmy Zymo Research, QR Gene či Biomatrica. Takto zafixované vzorky lze skladovat při pokojové teplotě (garance až 30 dnů) a není nutno je chladit či mrazit během přepravy a skladování (zjednodušení logistiky). Roztok stabilizuje DNA a zastaví degradační procesy, což lze využít např. pro vzorky trusu, vlhké tkáně ad. (v humánní medicíně je použití např. pro odběry na koloskopii). Roztoky jsou však poměrně drahé a v podmínkách ČR, kdy je možnost zmrazení vzorku dosažitelná v řádu hodin, je jeho použití na zvaženo.

### FTA® karty (Flinders Technology Associates), filtrační papír Whatman (GE Healthcare)

Jedná se o speciální karty/papír pro sběr, archivaci a izolaci DNA z širokého spektra vzorků. Obsahuje chemikálie, které lyzují buňky (ničí patogeny), denaturují proteiny a zároveň chrání nukleové kyseliny před poškozením (DNA z lyzovaných zájmových buněk se zafixuje do papíru). Nanesení biologického materiálu je indikováno změnou barvy papíru. Vzorek nasákne do papíru a vyschne, čímž je DNA imobilizovaná a vázaná na celulózová vlákna. DNA na kartě vydrží stabilní v řádu let při pokojové teplotě. Použití je vhodné pro krev, moč, buňky stěry aj. Tento způsob odběru vzorků využívají i toxikologické laboratoře. Filtrační papír Whatman 903 je levnější než FTA karty.

## Přehled doporučeného vybavení

K odběrům vzorků je zapotřebí náležité vybavení a nástroje a také vhodné odběrové nádoby. Velikost a tvar odběrových nádob je nutno volit podle typu a množství odebíraného materiálu, zvolené forenzní metody a způsobu dalšího využití vzorku (vhodnější jsou nádoby z plastu, sklo se může rozbít). Pro některé typy vzorků a odběrů existují speciálně vyvinuté odběrové sady (např. FLOQSwabs tampony).



FLOQSwabs tampony  
(foto Zdeněk Novák).

### Přehled možného vybavení pro odběry:

- ✓ skalpel
- ✓ chirurgické nůžky
- ✓ anatomická pinzeta
- ✓ anatomická jehla
- ✓ stěrka na trus
- ✓ elektrická vrtačka (vrtáky různého průměru)
- ✓ minibruska, kleště
- ✓ nitrilové rukavice
- ✓ vatové tampony
- ✓ tampony typu FLOQSwabs
- ✓ sklíčka na krevní roztěry
- ✓ 96% ethanol
- ✓ silikagel
- ✓ roztok DNA Removal
- ✓ roztok typu DNA/RNA Shield
- ✓ filtrační papír Whatman, FTA karty
- ✓ desinfekční ubrousky

### Materiál pro balení:

- ✓ plastové zkumavky různé velikosti
- ✓ větší plastové nádoby
- ✓ plastové pytle
- ✓ sáčky se zip uzávěrem
- ✓ papírové obálky, sáčky
- ✓ papírové krabice
- ✓ sáčky typu Stericlin
- ✓ důkazní sáčky (orgatechy)
- ✓ bublinková fólie
- ✓ uzavíratelný kontejner na přepravu pytlů s biologickým materiálem
- ✓ nádoba na ostré předměty
- ✓ krabice na vejce
- ✓ entomologické krabice
- ✓ těsnicí pásky, plomby
- ✓ alobal
- ✓ chladičí taška/box

## 5.6. Možné vzorky

Vzorky pro analýzy DNA mohou pocházet z:

- živého jedince (krev, chlupy, peří, sliny, stěry);
- mrtvého jedince (tkáň, kosti, zuby, drápy, zobáky, rohy...);
- zpracovaných materiálů (vypreparované kůže, kostry, extrakty, tradiční medicína);
- sběru z prostředí (chlupy, peří, trus, moč, stopy krve, dotyková DNA, environmentální DNA).

S ohledem na situaci, povahu vzorku a další okolnosti je nutno zvážit, zda je zapotřebí odběr provést na místě, nebo zda bude zajištěn celý exemplář a odběry budou provedeny až následně, např. přímo v laboratoři.

### Odběr různých typů biologického materiálu

#### Měkké tkáně/maso

Pro genetickou analýzu lze odebrat jakoukoli měkkou tkáň: orgány, svalovinu (i tepelně upravené či sušené maso), kus čerstvé kůže atd. Stačí odebrat menší množství (1-2 cm<sup>3</sup>, cca 5 gramů), u více degradovaných materiálů je však vhodnější odebrat větší vzorek.



Odběr vzorku z upytlačeného nosorožce v Krugerově národním parku v JAR (foto archiv Pavla Říhová).



Při operaci Lovac bylo zajištěno maso označené jako brum-brum. Genetickou analýzou bylo potvrzeno, že se jedná o medvědí maso (foto Zdeněk Novák).

Vzorky se odebírají pomocí sterilního skalpelu a pinzety do plastových uzavíratelných zkumavek. Kvůli možné kontaminaci je vhodnější odebírat z vnitřních vrstev materiálu, nikoli z povrchu (pokud je tkáň na povrchu znečištěná, nejprve očistit). U celých mrtvých zvířat je možné odebrat vzorek odstřížením některé periferní části (kousek ucha, ocasu). Využit je možné i děrovací kleště, např. tímto způsobem odebrat vzorek z ucha (možnost provedení odběru vzorku před zkafilerováním kadáveru...).



Odebraný vzorek je třeba převážet v termoboxu a co nejdříve zmrazit na -20°C (skladování v mrazáku). Před zamrazením je možné vzorek zafixovat 96% ethanolem.

Odběr vzorku z kůže tygra (foto Vít Lukáš).

Při terénních odběrech (nedostupnost chladu) lze vzorek zasypat ve zkumavce desikantem (vydrží delší dobu bez chlazení a mrazení).

Zaschlé zbytky tkání lze seškrabat také z povrchu předmětů či hladkých ploch. K seškrabu se používá sterilní skalpel, materiál je seškrábnut na kousek navažovacího papíru a poté vložen do prodyšného

nebo poloprodyšného obalu (papírové sáčky, sterilizační role a sáčky typu Stericlin apod.). Sušené maso lze skladovat v uzavíratelných sáčcích nebo zkumavkách se silikagelem při pokojové teplotě.

Vzorek tkáně lze odebrat i z **živých zvířat** (biopsie). Je však zapotřebí postupovat v souladu se zákonem č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně souvisejících zákonů, který stanoví povinnost odborné způsobilosti pracovníků provádějících úkony veterinární péče, mezi které patří i odběry materiálu ze živých zvířat.

U větších druhů zvířat lze k odběru tkáně použít bioptickou jehlu. V některých případech se využívají děrovací kleště (např. ušní značky u jelenovitých – primárně jsou používány ke značení, lze však tímto způsobem získat i genetický vzorek). U ryb je možné ustřížení malého kousku ocasní ploutve.

### Krev



Odběr krve medvěda hnědého  
(foto Dominika Formanová).

Cílený odběr krve u živých zvířat je invazivní zákrok, který obvykle provádí pouze veterinární lékař (je nutno postupovat v souladu se zákonem č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně souvisejících zákonů, který stanoví povinnost odborné způsobilosti pracovníků provádějících úkony veterinární péče, mezi které patří i odběry krve u živých zvířat). Odběr je prováděn sterilní odběrovou jehlou do zkumavky. Případné přidání antikoagulantů (roztok EDTA zabraňující srážení krve) je nutno předem konzultovat s laboratoří, která bude vzorek zpracovávat (někteří genetici krev v EDTA nechtějí analyzovat, neboť se jedná o chelatační činidlo a technicky vzato jde o inhibitor PCR reakce).

Zkumavky s krví lze krátkodobě skladovat v lednici při teplotě 2-6°C, pro dlouhodobé skladování je lepší zmrazení.

Vzorek krve zvířete lze získat také při aplikaci mikročipu (kapku krve lze převést na filtrační papír, viz dále, a uchovat pro DNA analýzu).

Krevní stopy se **primárně zajišťují i s předmětem**, na němž krev ulpěla. Může se jednat o nůž použitý k zabití zvířete, kladivo, železa a čelistové pasti (lze setřít krev v čelistech, dá se prokázat i případná přítomnost krve více zvířat, a tudíž opakované použití pasti, ještě před odběrem by prvně měly být z pasti sejmuty otisky prstů), zakrvácené pytle/hadry/šaty (nutno nejprve vysušit, nedávat do plastových obalů) apod.



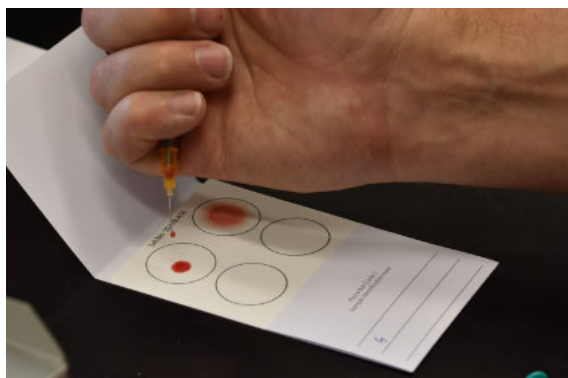
Nože použité ke zpracování těl zvířat  
(foto Pavla Říhová).

Krev však může být na místě či předmětech, které nelze zajistit, např. na zemi, zdi, velkých objektech, např. auto, řeznický špalek. Nelze-li zajistit krev i s jejím nosičem, odebírá se vzorek na filtrační papír pomocí tamponu nebo seškrabem.

- **filtrační papír Whatman, FTA karty**

Menší množství krve (i sražené) z živých zvířat, čerstvých kadáverů či čerstvých krevních stop lze odebrat na filtrační papír. Z malého množství krve (i sražené) je třeba vytvořit malou (< 1 cm v průměru) skvrnu na filtračním papíru. Nejvhodnější je použití speciálních **FTA karet** (Flinders Technology Associates) nebo **filtračního papíru Whatman 903**.

Po zaschnutí je vzorek umístěn do papírové obálky a lze jej uchovávat v pokojové teplotě na suchém místě, mimo dosah slunečního světla.



Vzorky krve na filtračním papíru  
(foto Dominika Formanová).

- **odběr pomocí tamponu**

Používají se savé odběrové tampony s hlavičkou z vaty/bavlny, které jsou označeny jako DNA free. Na každou stopu jsou potřeba **nejméně dva tampony** jako nezávislý důkazní materiál (a pro možnost opakování analýzy).

Čerstvé (stále vlhké) skvrny se stírají suchým tamponem.

U zaschlé krve se nejprve navlhčí pomocí kapátka hlavička tamponu kapkou destilované vody (lepší je použít vodu označenou jako DNA free). **POZOR** - tampon nesmí být přemokřený, jinak se ztrácí jeho savost a stopa může být příliš naředěna! Navlhčeným tamponem se přetře zaschlá krev. Kapku destilované vody lze také kápnout přímo na zaschlou krev a po chvilce rozmočení setřít suchým tamponem.

Současně je doporučeno provést i kontrolní stěr k otestování případné přítomnosti kontaminující DNA na tamponu nebo v destilované vodě. Hlavička tamponu je navlhčena destilovanou vodou, rovnou vložena do odběrové zkumavky a označena jako kontrolní stěr.

Tampony je třeba kvůli vysychání uložit následujícím způsobem:

- do víčka zkumavky (součást setu tamponu) udělat sterilními nůžkami dostatečný otvor umožňující přístup vzduchu (nutno k vysychání tamponu);
- do zkumavky vložit tampon, odlomit jeho delší část a zkumavku s hlavičkou tamponu zavíčkovat;
- zkumavku vložit do obálky či papírového sáčku, skladovat při pokojové teplotě.

Při použití speciálních samo-vysoušecích tamponů se silikagelem není nutné nastřihávat zkumavku, či dělat otvor do víčka.

Skvrny od krve na ledu nebo sněhu se stírají savým odběrovým tamponem, či se převedou na filtrační papír, který se nechá vyschnout. Skladuje se při pokojové teplotě.

Někteří genetici preferují sběr do plastové zkumavky s 96% ethanolem (nutno nabrat spolu s krví co nejméně sněhu). Poměr by měl být 1/3 vzorek a 2/3 ethanolu. Pokud je krve jen málo, je lepší nabrání sněh/led pouze zamrazit (nepřidávat ethanol). Skladovat v mrazáku při -20°C.



Krev zastřeleného rysa na sněhu  
(foto Josefa Volfová).

- **odběr seškrabem**

Vzorky ze zaschlých krevních skvrn se odebírají **seškrábnutím** do papírového nebo jiného poloprodyšného obalu (např. sáčky Stericlin, Quick Clean, Eurosteril). Neměly by být používány obálky

manila typu (barvivo v nich inhibuje PCR reakci). Krev lze seškrábnout rovněž do mikroskopových (udělat otvor do víčka kvůli vysychání zbytkové vlhkosti a uložit do papírové obálky), nebo převést na navlhčený tampon (snadnější je ovšem extrahovat DNA ze seškrabu než z tamponu).

Skvrny vsáklé do měkkých a savých materiálů je vhodnější odstříhnout i s kusem předmětného materiálu (extrakce DNA bude provedena přímo z materiálu).

Krev vsáklá do písku či zeminy se odebírá včetně nasáklého materiálu (nabrat co nejmenší množství materiálu, aby stopa nebyla příliš „naředěna“). Vzorek se nechává vyschnout (prodyšný obal), nebo se uloží do plastové nádoby a převáží v chladu (2-6°C), či zamrazí.

### Trus

Vzorky trusu zvířat lze odebírat v chovatelských zařízeních (zde je předpoklad, že trus bude spíše čerstvý) nebo v terénu od volně žijících zvířat (trus může být různě starý, na různém povrchu, lze sbírat i např. ze sněhu, kde je více viditelný). Trus obvykle obsahuje dostatečné množství DNA použitelné pro genetické analýzy. Úspěšnost izolace DNA závisí na stáří trusu, nejvhodnější je trus čerstvý, maximálně 3-5 dnů starý.

Odběr vzorku lze provést pomocí stěru tamponem (buňky epitelu střeva ulpívají na povrchu trusu), nebo odběrem přiměřené části exkrementu.



Vzorky trusu tygra (foto Dominika Formanová).

- **Stěr tamponem:**

- Pomocí FLOQ tamponu je setřen celý povrch exkrementu. Tampon se vkládá do zkumavky s předem udělaným otvorem ve víčku kvůli vysychání (k zhotovení otvoru je nutno použít sterilní nůžky). Po uzavření se zkumavka uloží do papírové obálky/sáčku. Tímto způsobem se odebírají ve forenzní kriminalistické praxi i vzorky lidských exkrementů.

- **Odběr vzorku trusu:**

- Odběr se provádí lžičkou, špachtlí, v terénu lze nouzově i kouskem dřeva apod. Kvůli možné kontaminaci by měly být použity ochranné rukavice a sterilní nástroje. Pokud je odebíráno více vzorků (od různých zvířat), na každý nový vzorek je nutno použít nový nástroj, nebo použitý nástroj sterilizovat.
- Odebírá se vzorek o velikosti lískového oříšku do plastové těsnící nádoby. Cílová DNA (buňky epitelu střeva) je v povrchové vrstvě, proto by měl být odebírán materiál z vnějšího povrchu trusu. Odebrané vzorky trusu se uchovávají v mrazáku při -20°C.
- Někteří genetici preferují zafixování vzorku trusu před uložením do mrazáku pomocí 96% ethanolu (nikoli denaturovaného). V takovém případě by nádobka neměla být naplněná více než do poloviny a vzorek by měl být zcela ponořený (vhodný poměr je 1/3 vzorku a 2/3 ethanolu). V ethanolu lze vzorek krátkodobě skladovat i při pokojové



Odebrané vzorky trusu, v druhé zkumavce zafixováno ethanolem, popis vzorků kryoštítky (foto Dominika Formanová).

- teplotě či na chladném tmavém místě.
- Čerstvý trus se dá také fixovat také pomocí silikagelu (poměr vzorku - 1/3 trusu a 2/3 silikagelu), tento postup je obvykle volen v podmínkách, kde dochází k rychlému vypařování ethanolu, např. při sběrech v tropických oblastech.
  - Další možností je uložení vzorku do DNA/RNA Shield. Takto zafixované vzorky lze skladovat při pokojové teplotě (garance až 30 dnů).
  - Zcela vyschlý trus lze uložit do papírového sáčku nebo prodyšné nádoby a uchovávat při pokojové teplotě. Úspěšnost analýzy u takto starého materiálu je však nízká.

DNA u trusu časem degraduje (důsledek přítomnosti velkého množství mikroorganismů), a to ať je vzorek uložen v mrazu, nebo fixován ethanolem či silikagelem. Obecně se proto doporučuje DNA vyzolovat ze vzorku co nejdříve. Úspěšnost analýz se pohybuje mezi 60-80 %, záleží na stáří trusu.

### Moč

Vzorky moči mají větší využití pro monitoring zvířat v přírodě, ve forenzní praxi se využívají spíše ojedinelé.

Vlhkou čerstvou moč lze odebrat **savým odběrovým tamponem**. U zaschlé moči je třeba tampon nejprve navlhčit kapkou destilované vody (DNA free). Tampon se po odběru vloží do tamponové zkumavky s předem udělaným otvorem do víčka kvůli vysychání (pro vytvoření otvoru je nutno použít sterilní nůžky). Zkumavky se poté ukládají do papírové obálky a skladují při pokojové teplotě.

Další možností je odběr moči do uzavíratelné těsnící zkumavky (minimálně 50 ml). V terénu je toto možné víceméně jen ze sněhu či ledu. Moč ze sněhu se odebírá z nejkonzentrovější části skvrny (nejvíce žluté místo, kde je moč nejméně naředěná), zhruba čajová lžička moči se sněhem. Vzorky se skladují v mrazáku při -20°C. Moč na sněhu či ledu lze odebrat i savým tamponem (viz výše), nebo převést na filtrační papír (viz odběry krve).

Moč by se neměla dávat do alkoholu (fixovat ethanolem), neboť se z něj poté velmi špatně a komplikovaně sráží.

Úspěšnost DNA analýz z moči je obvykle relativně nízká, cca 11 %.

### Sliny

Sliny mohou ulpět na jakémkoli předmětu, na stržené kořisti nebo v okolí rány způsobené zvířetem.

K odběru lze použít **vatový odběrový tampon**. Štětíčkou tamponu se opakovaně přetírá místo, kde sliny ulpěly. V případě stěru z kořisti se stírá místo, kde došlo k zadávení (nejčastěji na krku) a kde je předpoklad přítomnosti slin predátora (je nutno zvážit i možnost, že kadáver po zabití částečně ožralo jiné zvíře, než původní predátor). Stěr by měl být proveden pokud možno mimo krev zadáveného zvířete. Druhý stěr je vhodné provést přímo z rány.

Tampon se ukládá do tamponové zkumavky, do jejíhož víčka je předem udělán sterilními nůžkami otvor (přístup vzduchu je důležitý pro vyschnutí vzorku). Zkumavku je poté třeba vložit do papírové obálky a skladovat při pokojové teplotě.

Možností je také vložení tamponu se vzorkem do DNA/RNA Shield. Lze také odstříhnout srst z okolí rány, na níž ulpěly sliny, a srst uložit do papírové obálky.

V ČR se v současné době nejčastěji provádí stěry slin u domácích zvířat zabitých vlky. Úspěšnost analýz je cca 40%. Ve Velké Británii jsou aktuálně připravovány speciální odběrové sety pro farmáře, aby vzorky ze stržených zvířat odebírali sami (cca 2000 setů bude v průběhu roku 2025 distribuováno ve Walesu).

## Bukální a jiné stěry

Stěry u živých zvířat je možné provést z ústní dutiny a nozder, z kloaky (plazi) či z kůže (obojživelníci, ryby).



*Bukální stěr tygra (foto Dominika Formanová).*

Pro bukální stěry se používají **vatové tampony** nebo **nylonové odběrové tampony typu FLOQ Swabs**. Odběr by měla provádět osoba zkušená v manipulaci se zvířaty. Vhodnější je provést odběr z nozder než z tlamy. U odběru z nozder nehrozí kontaminace DNA z případné potravy či ze vzájemného olizování více jedinců.

Štětíčku tamponu je třeba jemně zasunout do nosního otvoru a důkladně otřít o stěny nosní dutiny. V případě odběru z tlamy stačí zasunout štětíčku tamponu pod pysk (bezprostředně před odběrem by zvíře nemělo požívat potravu, ani olizovat jiné zvíře).

Tampon se vloží do zkumavky, do jejíhož víčka je sterilními nůžkami udělán otvor (důležité pro vyschnutí vzorku). Zkumavka se poté skladuje v papírové obálce při pokojové teplotě.

U plazů lze provést stěry z kloaky, tampon se vkládá cca 5 mm hluboko a krouživými pohyby se setřou buňky sliznice kloaky. O obojživelníků a ryb je možné provést stěr z kůže. U obojživelníků je nejvhodnější setřít tamponem spodní stranu těla (ve směru od zadních končetin k předním). U ryb se stírá sliz na povrchu těla směrem od žaber k ocasní ploutvi.

Stěry plazů, obojživelníků a ryb se ve forenzní praxi prakticky neprovádějí, obvykle se dělají z výzkumných důvodů.

## Zvratky

Odběr vzorku zvratků se v reálné praxi provádí především za účelem toxikologické analýzy, ale v určitých případech může být potřebná i genetická analýza, pokud je např. důležité zjistit druh zvířete použitého jako návnada. Do vzorku by měly být zahrnuty všechny zjevné předměty ve zvratcích, např. chlupy, tělesné tkáně atd. Vzorek žaludečního obsahu se vkládá do zkumavky, následně do důkazního sáčku, zapečetí a označí. Vzorek by měl být co nejdříve zamrazen.

## Srst

Nejdůležitější část chlupu pro genetickou analýzu je jeho bazální část, tj. kořínek s chlupovou cibulkou. Teoreticky k analýze stačí i jediná čerstvá chlupová cibulka, v praxi je však samozřejmě lepší mít vzorek větší.

Extrakci DNA lze provést i ze samotného stvolu chlupu (pouze mtDNA), ale výtěžnost DNA je minimální (u vypadaných chlupů závisí na stáří chlupu). Úspěšnost analýzy lze v takovém případě předpokládat spíše při využití mtDNA (vhodné pro určení druhu, nikoli pro individuální identifikaci či parentitu). Chlupy z vyčinených kožešin nejsou příliš použitelné (narušení DNA činidly, viz sekce Kůže, kožešiny, taxidermické preparáty).

Chlupy zvířat lze nalézt na místech, kde se zvíře pohybuje či leží (vyležalá místa na sněhu, drbací místa na stromech, skalách, pařezech, v ubikacích, chlupy zachycené na plotech či ohradnicích, na místech průchodu či odpočinku). Většinou se jedná o chlupy vypadané, ale mohou být i vytržené, a tudíž s cibulkou (pokud se chlup o něco zachytí).



Chlupy ze živých zvířat se odebírají vytrhnutím (u nekontaktních zvířat co nejrychlejší provedení). Nejvhodnější je vyškubnutí rukou v chirurgické rukavici, použití pinzety není tak efektivní (pinzeta chlupy často neudrží). Je zapotřebí vytrhnout cca **10-15 chlupů** i s kořínky (v chlupové cibulce/folikulu je nejvíce DNA, jaderná DNA je přítomna pouze tam). S chlupy se manipuluje za špičku, nikoli za kořínek.

U vypadaných chlupů je výtěžnost analýzy DNA nízká, viz výše (cca 30-40 %), a je zapotřebí sebrat maximální možné množství chlupů. U masožravců je nutno dát pozor, aby nebyly sbírány chlupy z konzumovaných zvířat (v ubikacích jich bývá mnoho).



Odběr vzorku srsti tygra (foto Dominika Formanová).



Vytržené chlupy se ukládají do papírové obálky (foto Zdeněk Novák).

Odebrané chlupy se uchovávají v suchu v pokojové teplotě v papírových obálcích (při vyjímání chlupů z obálky je na místě vysoká pečlivost a případně i prosvícení zdrojem světla, aby chlupy nebyly v rozích obálky přehlédnuty). Zcela vyschlý materiál lze uchovávat i v plastových sáčcích, ale špatně se s ním manipuluje (statická elektřina - chlupy elektrizují).

Další možností je vložení chlupů do plastových mikrozkušavek (epruvety 1,5 nebo 2 ml) a zalití 96% ethanolem. Zkušavky se pak uchovávají v mrazáku při  $-20^{\circ}\text{C}$ . Výhodou epruvety je viditelnost chlupů (v papírové obálce mohou být přehlédnuty či vysypány).

### Peří

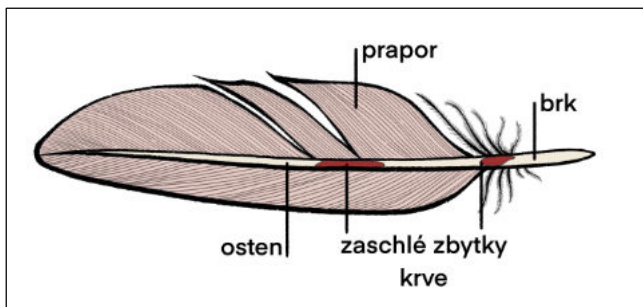
Peří se ve wildlife případech nejčastěji využívá pro ověření rodičovství nebo identity u exemplářů vzácných druhů papoušků a dravců.

Nejvhodnější pro extrakci DNA jsou obrysová pera se silným brkem. Peří se odebírá vytržením 3-4 pírky z oblasti prsou ptáka. Pírka je potřeba vytrhnout (nestříhat), aby byla zachována špička brku se zbytky tkáně či krve.

Extrahovat DNA lze i z per vypadlých/vypelichaných. Zde je však menší výtěžnost DNA a úspěšnost analýzy závisí na stáří pera. Je třeba sebrat co nejvíce vypadlých per (malá pírka mají menší výtěžnost než větší pera), pokud možno neshbírat peří znečištěné trusem. Odebraný materiál se skladuje v pokojové teplotě v uzavíratelných papírových sáčcích.



Odběr peří ary vojenského (foto Pavla Říhová).



Krevní sraženina uvnitř ostně pera  
(kresba David Říha).

K analýze je nejvhodnější využít zaschlou krevní sraženinu, která se nachází uvnitř brku na 2 místech: cca v místě, kde začíná plocha pera (umbilicus) a potom ještě o kus dále uvnitř ostně. Tyto krevní sraženiny jsou dobrým zdrojem DNA. Analyzovat tímto způsobem lze i pera několik let stará.

### Vejce

Vejce jsou obvykle analyzována za účelem stanovení rodičovství (papoušci, dravci). Dalším využitím může být určení druhu ptáka, např. u případů sběratelů vajec (vyfouklá vejce ve sbírkách, zbytky vajec na vybavení pro vyfukování, jehly, trubičky apod.).

Genetickou analýzu lze provést ze skořápek po vylíhnutí mláděte (neinvasivní odběr - analyzuje se blanka na vnitřní straně skořápky) nebo z obsahu vejce, je-li neživotaschopné. Nejvhodnější je zaslat skořápky či vejce do laboratoře celé (u případů sběratelů vajec zajistit celé vybavení a předat ke zkoumání).

Skořápky se skladují v prodyšném obalu, aby mohlo probíhat vysychání. Další možností je využití silikagelu nebo fixace 96% ethanolem. Celá vejce je nutno skladovat v chladu či v mrazáku při  $-20^{\circ}\text{C}$ .

### Kaviár

Pravý kaviár jsou jikry chráněných jeseterovitých ryb. Kaviár však může být i z jiker jiných druhů ryb, mořských ježovek, hlemýžďů, umělý kaviár z želatiny ad.

V případě, že se jikry jeví jako homogenní, je ideální odebrat 5–10 jiker. Pokud jikry vzhledově vypadají heterogenně, např. mají odlišnou barvu či velikost (je možné, že pochází z různých druhů ryb), mělo by být odebráno minimálně 5 jiker z každé odlišné části či balení (umístit do separátních zkumavek).

Vzorky je vhodné zafixovat 96% ethanolem (poměr by měl být 1/3 vzorek a 2/3 ethanolu) a uskladnit v mrazáku při  $-20^{\circ}\text{C}$ .



Plechovka jeseteřího kaviáru  
(foto Pavla Říhová).

### Zuby slonovina



Tygří špičáky jsou často používány ve vietnamské komunitě jako šperky a symboly statusu (foto Dominika Formanová).

Zuby či předměty z nich vyrobené se obvykle **zajišťují celé**. Nejvhodnější je uložení do prodyšného obalu (v případě zbytkové vlhkosti), nebo plastového sáčku (zcela suché předměty). Pokud je zapotřebí odebrat vzorky, odběr se provádí až následně v místě uskladnění či v laboratoři. Vzorky se skladují v uzavíratelných sáčcích nebo zkumavkách při pokojové teplotě.

Z větších zubů či klů se vzorek pro analýzu DNA získává odvrtáním, menší zuby se rozemelou celé (pro extrakci DNA jsou vhodnější větší zuby). Při odvrtání zubů má větší výtěžnost DNA materiál dřevě z vnitřku zubu, vrtání je proto vhodné zaměřit především na oblast kolem dřevěné dutiny a získat ekvivalent cca 1–1,5 ml prášku.

Další možností je také odříznutí kořene zubu nebo jeho části (vhodným nástrojem je např. minifrézka Dremel). Tento postup je používán např. při odběru vzorků z preparovaných lebek, kdy odříznutý zub lze po odběru vlepít zpět do lebky a zásah není viditelný. Pokud má být zub po odběru vrácen zpět do lebky, nesmí být kořeny řezány přes nejsilnější místo (zub by v takovém případě při vrácení do lebky nedržel místě).

Při řezání zubů je doporučeno nasazení obličejového štítu, protože hrozí riziko zranění kvůli odletujícím kouskům materiálu.



Řezání vzorku ze špičáku tygra (foto Dominika Formanová).

U **slonoviny** záleží na tom, zda je vzorkován celý kel, nebo vyřezaný předmět.

- U klů se vzorek odřezává z báze klu (konec, který byl spojen s lebkou), odkud kel roste a kde je nejvíce koncentrována DNA. Vzorek by měl mít rozměry přibližně 3 cm x 3 cm a tloušťku 1 cm. Pokud je základna klu velmi tenká, je vhodnější začít řezat ve vzdálenosti několika centimetrů od báze, aby konečný vzorek byl alespoň 5 mm tlustý. K řezání se používá elektrická bruska s kotoučem, kotoučová pila apod. Kotouč pily po řezání každého vzorku je třeba očistit 10% roztokem bělidla (100 ml bělidla na 900 ml destilované vody).



Odběr vzorků slonoviny (foto Zdeněk Novák).



- U vyřezaných předmětů záleží na tom, nakolik lze předmět poškodit. Pro úspěšnou analýzu DNA je potřeba odvrtat cca 1,5 g materiálu (na jednu izolaci je zapotřebí 100–300 mg, více materiálu je zapotřebí s ohledem na případnou potřebu opakování). Vhodnější je vrtat z báze předmětu, kde je následný otvor méně viditelný.



Odběr vzorku z vyřezávaného klu (foto Zdeněk Novák).

Záchyty nelegální slonoviny mohou být v podobě jednoho klu/předmětu, ale také stovek či tisíců celých klů (toto je typické pro záchyty v Asii, v Evropě jsou záchyty slonoviny spíše v jednotkách či desítkách kusů). U velkých zásilek (nad 500 kg) není praktické a nutné odebírat vzorky z každého klu. Vzorkuje se jen reprezentativní část (cca 1/3), bližší postup je popsán v metodice *Guidelines on Methods and Procedures for Ivory Sampling and Laboratory Analysis* (United Nations, 2014).

### Kosti

Kosti se zajišťují celé a zasílají se do laboratoře, odběry vzorků se neprovádějí na místě. Genetická laboratoř provede odběr vzorku vhodným způsobem sama. Je nutno dát POZOR na posloupnost zkoumání - pokud mají být kosti posouzeny morfologicky, musí být toto provedeno ještě před genetickým zkoumáním (morfolog musí kosti dostat kompletní a neporušené, tj. ještě před provedením odběrů pro genetické analýzy).

Vlhké kosti se ukládají do plastových sáčků a co nejdříve zamrazí na  $-20^{\circ}\text{C}$ , je vhodné je převážet v termoboxech. Vyschlé kosti se balí do prodyšných, nebo poloprodyšných obalů (papírové obaly, sáčky typu Stericlin apod.). Vypreparované a zcela suché kosti lze balit do plastových pytlů.



*Pokud se na kostech či uvnitř lebek nachází zaschlé zbytky tkání, jsou tyto tkáně pro analýzu DNA vhodnější (foto Dominika Formanová).*



*Kosti kočkovité šelmy zajištěné v autě vietnamského občana u Svitav byly následně morfologicky i geneticky určeny jako kosti tygra (foto Celní správa).*

Vhodnější pro extrakci jsou větší kosti (stehenní, pažní), z nichž se odvrtávají vzorky. Menší kosti se pro genetickou analýzu využijí celé (rozemelou se). Při vrtání kostí je vhodné cílit na místa, kde není kost dutá, případně místa, kudy vedly cévy. Pokud se na kosti nachází zbytky tkání, vazů či šlach, nebo je zachovalá kostní dřev, jsou tyto tkáně vhodnějším zdrojem DNA (mají větší výtěžnost než kostní tkáň). V lebkách se zasušené zbytky tkání občas nachází uvnitř dutin (vyškrabat).

### Rohy, parohy

Rohy a parohy se zajišťují celé a zasílají se do laboratoře, odběry vzorků se neprovádějí na místě. Genetická laboratoř provede odběr vzorku vhodným způsobem sama. Je nutno dát POZOR na posloupnost zkoumání - pokud mají být rohy/parohy posouzeny morfologicky, musí být toto provedeno ještě před genetickým zkoumáním (morfolog musí předměty dostat kompletní a neporušené, tj. ještě před provedením odběrů pro genetické analýzy). Vzorky se odřezávají pomocí pilky nebo pilníku, případně odvrtávají.

Speciálním postupem se vzorkují **nosorožčí rohy**, více informací: *Procedure for Rhino Horn DNA Sampling*.

Při manipulaci s rohy je vhodné používat rukavice. K odběru se používá elektrická vrtačka, doporučeny jsou vrtáky o průměru 4,5 mm. Vzorek je odvrtáván uprostřed rohu v místě jeho základny nebo z boku. Při vrtání je nutno udržovat velmi nízké otáčky, aby nedošlo k nadměrnému zahřátí vrtáku (rychlým

vrtáním se keratin a DNA spálí/zničí). Pokud je cítit spálený keratin (zápach pálených vlasů), je vrtání příliš rychlé. Před vrtáním dalšího vzorku se použitý vrták sterilizuje, nebo je nahrazen novým.

Z každého rohu či předmětu je zapotřebí odvrtat několik spirálovitých hoblin o délce 2-3 cm, které se vloží do plastové uzavíratelné zkumavky a skladují při pokojové teplotě mimo dosah přímého slunečního světla. Pokud jsou rohy již ve formě odštěpků, hoblin, nebo prášku, není třeba vrtat, pouze se odebere dostatečné množství jako vzorek (množství by mělo být zváženo a váha zaznamenána).



Odběr vzorku nosorožčího rohu (foto Pavla Říhová).

Celý proces odběru by měl být fotograficky zdokumentován: fotografie rohu, nový nepoužitý sáček na důkazy, průběh odběru vzorku, zapečetěný důkazní sáček se vzorkem uvnitř.

### Drápy, šupiny a další keratinové deriváty

Drápy, šupiny apod. se zajišťují celé a zasílají se do laboratoře, odběry vzorků se neprovádějí na místě. Genetická laboratoř provede odběr vzorku vhodným způsobem sama. Je nutno dát POZOR na posloupnost zkoumání - pokud mají být drápy či šupiny posouzeny morfologicky, musí být toto provedeno ještě před genetickým zkoumáním (morfolog musí předměty dostat kompletní a neporušené, tj. ještě před provedením odběrů pro genetické analýzy).



Zajištěné tygří zuby a drápy (foto Dominika Formanová).

Vzorky se odebírají navrtáním, nebo odlomením, či odstřížením kousku drápu či šupiny. Lze také odebrat tenkou vrstvu keratinu z části drápu, která je blíž prstu. Pro jednu izolaci je obvykle třeba cca 50-250 mg materiálu.

U plazů je možno odebrat vzorky i ze svellečné kůže (exuvie), odstříhne se menší kus cca 5 cm<sup>2</sup>, který se vloží do uzavíratelného sáčku a skladuje v suchu při pokojové teplotě.

V případě vrtání luskouních šupin je třeba udržovat nízké otáčky (stejně jako u nosorožčích rohů), protože hlavní hmotou je keratin, který se vyšší teplotou spálí. Odebírá se několik odvrtaných spirálovitých hoblin, u šupin 1-2 šupiny (u menších zvířat i více). Přednostně by měly být odebrány šupiny, na nichž ulpěly zbytky kůže (větší výtěžnost DNA).

Šupiny mohou být ve více baleních, např. velké zásilky luskouních šupin, které mohou obsahovat pozůstatky tisíců zvířat. U takových zásilek je v současné době diskutován nejvhodnější protokol odběru vzorků, který by umožnil podchytit co největší variabilitu jedinců a jejich možného původu při zachování realistického počtu provedených genetických analýz. Minimálně je nutno odebrat z každého



Luskouní šupiny (foto Dominika Formanová).

balení i šupinu, ale spíše je doporučeno odebrat vzorek ze spodní, prostřední a vrchní části každého balení/pytle.

Suché vzorky se uchovávají v prodyšných obalech při pokojové teplotě. Pokud jsou vzorky vlhké, je nutno je zamrazit na  $-20^{\circ}\text{C}$ .

### Kůže, kožešiny, taxidermické preparáty

Analýzy DNA jsou úspěšnější u surových, nasolených nebo zasušených kůží. Finálně vyčiněné kůže a kožešiny obsahují mnoho chemických inhibitorů, přičemž činidla, hlavně chromité soli, poškozují DNA. Poškození může potenciálně způsobovat i mutace DNA. Míra úspěšnosti analýz DNA u takto zpracovaných exemplářů je velmi nízká.



Zajištěný kadáver tetřívka, který byl určen na „dodělání“ jiných preparátů (foto Pavla Říhová).

Preparátoři často doplňují chybějící či poškozené části těla zvířete zbytky z jiných jedinců. Vycpaný preparát tak může být složen z více jedinců stejného druhu. V případě potřeby je nutno odebrat vzorky z více míst na preparátu.

Při analýzách vzorků z vycpanin je také třeba brát zřetel na možnost tzv. **fake taxidermy**, kdy chybějící kus může být nahrazen i zcela jiným druhem zvířete.

Kůže, kožešiny či vycpané exponáty se zajišťují celé. Suché předměty se balí do plastových či papírových pytlů, větší exponáty se obalují bublinkovou fólií. Vlhké předměty je nutno co nejdříve zamrazit.

Odběry vzorků z kůží, kožešin či vycpanin pro genetické analýzy se obvykle **neprovádějí na místě**, ale až v místě uskladnění, příp. v laboratoři (genetici odběry provedou sami). Malé předměty lze doručit do laboratoře, u větších je vhodnější domluvit s genetikem odběry v místě uskladnění zajištěných předmětů.



Odstřížení vzorku z kožešiny (foto Dominika Formanová).

Z kožešin se vzorek odebírá odstřížením pomocí sterilních nůžek (odstřížení cca  $5\text{ cm}^2$ ). Pro jednu izolaci DNA je potřeba min. 200 mg materiálu. U čerstvé či sušené nevyčiněné kůže je úspěšnost analýzy DNA podstatně větší než u vyčiněných kožešin.

Před samotnou analýzou lze provést chemickou analýzu za účelem zjištění, zda k činění byl použit chrom (v takovém případě bude analýza s největší pravděpodobností neúspěšná). Činidla se však nemusí dostat všude ve stejném množství. Pokud jsou např. na kožešině či preparátu zachovány tlapy (šelmy), lze se pokusit odebrat vzorek navrtáním

U zpracované kožešiny medvěda je vhodnější odebrat vzorek navrtáním polštářků tlapy (foto Dominika Formanová).



nášlapných polštářků (uvnitř může být seschlý materiál, který nemusí být narušen chemickými činidly). Úspěšnost takových analýz je max. 10 %.

Pokud nelze kožešinu poškodit, je možné zkusit vytrhnout chlupy s chlupovými cibulkami (nestříhat). Pravděpodobnost úspěšnosti analýzy u chlupů z vyčiněných kožešin je však velmi nízká.

Suché vzorky se skladují při pokojové teplotě v prodyšných obalech, čerstvé či vlhké vzorky v mrazáku při -20°C.

### Tradiční medicína

Přípravky tradiční medicíny mohou být v podobě tablet, mastí, náplastí, kapek, výluhů, sušených směsí, částí tkání, sypkých prášků atd. Materiál se zajišťuje vcelku a v původním balení. Odběry vzorků se **neprovádějí na místě**, ale až v místě uskladnění, příp. v laboratoři (genetici odběry provedou sami). Možnost analýzy a množství odebraného materiálu je třeba předem konzultovat s expertem či laboratoří.

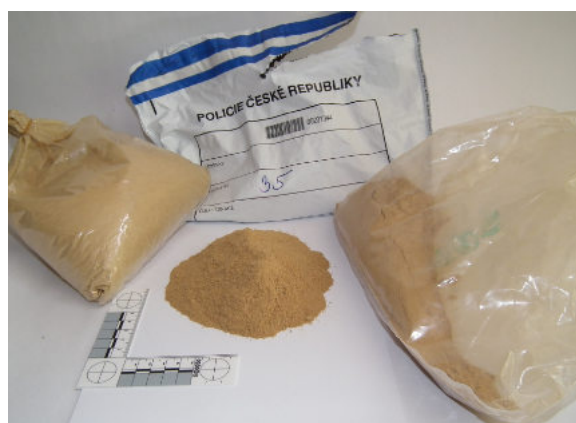
Při zvažování zadání genetické analýzy u tohoto typu preparátů je vhodné zvážit **definici exempláře CITES** dle nařízení Rady (ES) č. 338/97 (článek 2, písm. t), která uvádí, že pokud je obsah chráněného druhu deklarován na obalu, etiketě či v průvodní dokumentaci, jedná se o exemplář CITES (v takovém případě není genetická analýza bezpodmínečně nutná).



*Různé přípravky tradiční medicíny (foto Pavla Říhová).*

Vzorky prášků, suchých přípravků, extraktů, výluhů či krémů se odebírají do plastových zkumavek či uzavíratelných nádob. Skladují se obvykle při pokojové teplotě (u extraktů či výluhů může být dle jejich stavu vhodnější uchování v lednici). Co se týče množství, je doporučeno odebrat raději větší objem (alespoň 100 ml) pro možné opakování analýz.

V případě žluči se odebírá minimálně 1–2 ml žluči či krystalků do plastové zkumavky (skladování při pokojové teplotě). Pokud je zajištěn celý žlučník, je třeba ho předat do laboratoře kompletní. Pokud je žlučník vlhký, měl by být skladován v mrazáku při -20°C (krátkodobě lze uchovat v lednici). Vyschlé žlučníky se skladují v prodyšném obalu (vysychání) při pokojové teplotě.

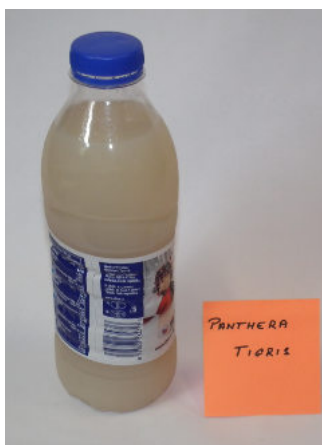


*Prášek z tygra využívaný ve vietnamské komunitě jako tradiční medicína (foto Dominika Formanová).*

Speciální pozornost by měla být při zkoumání věnována **masoxům, pastám, výluhům a vývarům**. V současné době jsou v asijských zemích a ve vietnamské komunitě v ČR vysoce ceněny tyto produkty vyrobené z velkých kočkovitých šelem (tygr, lev, levhart, jaguár). Ne vždy se bohužel podaří u tohoto typu zajištěných produktů určit druh pomocí genetické analýzy. U tekutých produktů jsou analýzy úspěšnější (DNA bývá alespoň částečně zachována). V případech pevných masoxů však jejich výroba zahrnuje několikadenní var, který DNA obvykle zničí.

Vzhledem k pozadí tohoto nelegálního obchodu, ceně výrobků a zapojení organizovaných kriminálních skupin by mělo být vždy vyvinuto maximální úsilí prokázat, z čeho je daný produkt vyroben, tj. genetická analýza by měla být vždy vyzkoušena (do budoucna se jako slibnější jeví analýzy kolagenu (protein fingerprinting), tato metoda však vyžaduje další výzkum).

**POZOR – důležité je otestovat tyto produkty i na přítomnost drog!** V ČR se do tygřích masoxů přidává kokain, v Jihoafrické republice výrobci přimíchávají do lvích masoxů (tzv. lion cakes) opium. U luskouních šupin je známá souvislost s pervitinem (šupiny se přidávají do pervitinu pro údajné zvýšení jeho účinnosti).



Ukázky různých typů masoxů a výluhů vyrobených z tygřích kostí, zajištěno v ČR (foto Dominika Formanová, Pavla Říhová).



## Dotyková lidská DNA

Místo činu wildlife crime by mělo být standardně zkoumáno i co se týče lidské DNA:

- ✓ odhozené nedopalky cigaret, žvýkačky a plechovky od nápojů;
- ✓ předměty, jichž se někdo dotýkal (nářadí, nože, rukavice, lezecké pomůcky, trubičky ze souprav na vyfukování vajec atd.);
- ✓ vejce použitá jako otrávená návnada;
- ✓ nastražené pasti, železa, oka;
- ✓ nalezené nábojnice;
- ✓ vnitřní povrchy pašovaných zásilek;
- ✓ papíry, obálky, dokumenty;
- ✓ kadávery zvířat,
- ✓ atd.

### Postup odběru:

Při odběrech dotykové DNA je zásadní vždy používat rukavice a roušku! Toto zkoumání je zaměřeno na detekci lidské DNA, při nevhodné manipulaci může snadno dojít ke kontaminaci vzorku ze strany odebírající osoby. Osoby, které manipulovaly se stopami, by si měly nechat provést kontrolní bukální stěry, které budou označeny jako „domácí osoby“. DNA profily z těchto stěrů se nekládají do policejní databáze, slouží pouze k vyloučení daného profilu ze zkoumání při podezření, že došlo ke kontaminaci. Přenositelné předměty se zajišťují celé (pozor na případný otěr), uloží se odděleně do dvou prodyšných obalů (papírové sáčky, obálky, sáčky Stericlin propustné pro páry a vzduch apod.) a zasílají do laboratoře.

Pokud není možné zajištění celého předmětu, je třeba provést plošný stěr oblasti, kde je nejpravděpodobnější dotyk podezřelého (na povrchu zůstávají v místě dotyku uvolněné epiteliální buňky). Stěry je nutno provést co nejdříve, ještě před jakoukoli manipulací s předměty ze strany osob přítomných ohledání.

Dotyková DNA obecně není viditelná ani snadno identifikovatelná. Sejmutí vzorků z větší plochy je bohužel nereálné, proto je třeba se pokusit co nejvíce **upřesnit oblast**, kde by dotyková DNA mohla být.

Pro rychlý screening a výběr oblastí odběru se někdy využívá metoda **barvení pomocí Diamond Nucleic Acid Dye**.

Postup: barvivo Diamond se naředí 20x v 75% ethanolu a 3 µl se napipetují na zkoumanou oblast a nechají zaschnout. Barvivo obarví buněčný materiál a přítomnost buněk lze poté vizualizovat přenosným digitálním Dino-Lite mikroskopem, který lze využít i v terénu mimo laboratoř. Obarvené buňky svítí zeleně. Metoda je však použitelná pouze pro malé plochy a např. pro kadávery zvířat ji využít nelze.

U kadáverů, které někdo přenášel, či s nimi jinak manipuloval, je nejpravděpodobnější oblastí úchopu koncová část končetin (zápatí, zápěstí), konec či kořen ocasu, případně krk. Vejce používaná jako návnada jsou obvykle držena v nejširší části apod.



*Vejce použitá jako jedová návnada mohou být dobrým zdrojem dotykové DNA i otisků prstů  
(foto Dominika Formanová).*

### Odběr pomocí FLOQ tamponu:

Lze využít např. FLOQSwabs od Copan nebo ForensiX Evidence Collection Kit od Prionics.

Tampon se nejprve navlhčí 1-2 kapkami destilované vody (DNA free voda). K navlhčení je nutno použít kapátko! Navlhčeným tamponem se poté důkladně setře cílová oblast, kde je předpokládán dotyk podezřelého. Je třeba, aby tampon prošel cílovou oblastí několikrát a pod určitým tlakem, je doporučeno tamponem otáčet, aby mohla být využita jeho plná plocha. Stěry by měly být provedeny dva, aby bylo zachyceno co nejvíce případného materiálu.

Následně se tampon vkládá do odběrové zkumavky, do jejíhož víčka byl předem udělán **sterilními nůžkami otvor** (přístup vzduchu kvůli vyschnutí tamponu). Zkumavka je uložena do papírové obálky či sáčku, skladována při pokojové teplotě. Lze použít i tampony s aktivním vysoušečem, u nichž není zapotřebí dělat do odběrové zkumavky otvor pro přístup vzduchu.



*Postup uložení použitého tamponu (foto Zdeněk Novák).*

### Odběr pomocí lepicí pásky:

Lze využít např. pásku Forensic DNA Grade.

Nejprve je odstraněna krycí fólie z lepicí části pásky. Poté se proužek pásky opakovaně přitlačí přes cílovou oblast (dokud páska nepřestane lepit). Páska se ukládá do odběrové zkumavky, která je součástí setu, uzavře se a skladuje při pokojové teplotě.

## 6. Patologie

Veterinární patologické vyšetření je klíčovou součástí zkoumání, pokud se jedná o mrtvá zvířata. Veterinární patolog určuje příčinu smrti zvířete, posuzuje stav a poškození jeho těla, známky týrání, příznaky nemoci ad. U zabitých zvířat může objasnit způsob provedení, příp. stanovit i přibližnou dobu, jež od smrti zvířete uplynula. Patologicko-anatomické vyšetření provádí specializovaná pracoviště (veterinární univerzity, státní veterinární ústavy), která disponují odborníky a vhodnými prostory (pitevny), kde je provoz uzpůsobený pro nakládání s potenciálně infekčním materiálem.

Při nález kadáveru mrtvého zvířete je obdobně jako při nález lidské mrtvoly nutné se zabývat třemi základními otázkami – Kde se to stalo? Kdy se to stalo? Jak se to stalo?

### 6.1. Kde se to stalo? Určení místa smrti

Ke smrti zvířete nemuselo primárně dojít na místě, kde byl nalezen kadáver. Tělo zvířete mohlo být na dané místo doneseno, či s ním mohlo být jinak manipulováno. V ČR byly opakovaně zaznamenány případy naaranžování zastřeleného zvířete vedle silnice či trati, aby vypadalo jako sražené (šlo především o upytlačené vlky). Může však dojít i k opačné situaci, že zvíře sražené vozidlem neumírá bezprostředně na místě kolize. Zvláště větší druhy zvířat mohou poodejít dále od silnice či trati, než kvůli vnitřnímu krvácení či prasklým orgánům vykrvácí. Nález kadáveru na poli nebo v lese tedy nevyklučuje kolizi s vozidlem a nález u silnice či trati nevyklučuje pytláctví!



Sražený rys v Beskydech (foto Michal Bojda).

K objasnění situace může pomoci **prozkoumání krevních skvrn** a dalších stop v okolí nález. Na přítomnost krevních skvrn se lze zaměřit i při podezření např. na převoz kadáveru zvířete v autě apod. Ke zkoumání krevních stop jsou využívány různé kriminalistické testy (sprej Luminol, Hemascein, leukomalachitová zeleň ad.).

### 6.2. Kdy se to stalo? Odhad post-mortem intervalu

Po smrti začíná v těle probíhat mnoho chemických a fyzikálních procesů vedoucích k jeho rozkladu. Postupně se objevují posmrtné změny, jejichž nástup a trvání je ovlivněno okolním prostředím, velikostí těla a dalšími faktory. V časně době postmortální si mrtvé tělo uchovává teplotu vyšší, než je teplota okolí a doba smrti se určuje dle nástupu a průběhu těchto změn (rigor mortis, livor mortis, teplota těla). V pozdní době postmortální se teplota těla vyrovnává s teplotou okolí a určení doby smrti je založeno hlavně na hmyzí aktivitě (viz kapitola Forenzní entomologie) a stupni rozkladu těla.

Na průběh rozkladu mají vliv faktory jako je teplota okolí, vystavení těla slunci, větru či dešti, poloha (na svahu, v dolíku...), ponoření do vody, příčina smrti (horečnaté onemocnění, jedy způsobující křeče atd.), aktivita jedince před smrtí, množství potravy v žaludku atd.

U lidských těl jsou posmrtné procesy relativně dobře popsány, o časovém průběhu rozkladu zvířecích těl je však velmi málo informací. U různých druhů zvířat mohou procesy probíhat časově odlišně v závislosti např. na velikosti těla, hustotě srsti, vrstvě podkožního tuku atd.

## Posmrtné procesy

### Livor mortis (posmrtné skvrny, hypostáza)

Po smrti přestává v těle obíhat krev a působením gravitace klesá do částí těla, které jsou nejnižší. Tam se hromadí a vytváří viditelné **posmrtné červenofialové skvrny** (rozklad červených krvinek). Části těla, které jsou přitlačeny k zemi, zůstávají bílé, jelikož cévy jsou stlačené a nelze je zaplnit. Livor mortis začíná během 20-30 minut po smrti, viditelně se objevuje do 2 hodin a je plně zřetelný po 4-8 hodinách. U zvířat může viditelnost jevu ovlivnit tělesný pokryv. Neodpovídající vzhled a poloha posmrtných skvrn může indikovat, že někdo s tělem po smrti manipuloval.

Skvrny livor mortis je nutné odlišovat od modřin, které vznikají pouze na živém těle, a to prasknutím malých cév. Možné rozlišení:

- Tlakem na posmrtné skvrny se krev vytlačí do okolí a v místě tlaku skvrna zmizí, přerušением tlaku se opět objeví. Podkožní vazivo je u posmrtných skvrn bílé.
- Tlakem na modřinu krevní výron v místě tlaku zůstává. Krevní výrony jsou vzhledem k okolí ostře ohraničeny, podkožní vazivo je tmavé až černé.

### Rigor mortis (posmrtné ztuhnutí)

Nahromadění určitých solí ve svalových vláknech způsobí po smrti **ztuhnutí svalů**. Jev je způsoben nedostatečnou syntézou adenosintrifosfátu (ATP) nutného k relaxaci svalových vláken. Ztuhnutí nastává v důsledku vyčerpání ATP, což způsobí, že svalové proteiny aktin a myosin zůstanou uzavřeny dohromady, dokud je rozklad nerozloží.

ATP je zdrojem energie pro svalové kontrakce, rychleji se spotřebovává při námaze, jeho spotřeba pokračuje i po smrti. Rigor mortis rychleji nastupuje (někdy i do několika minut po smrti) v situaci, kdy zvíře mělo před smrtí velkou fyzickou aktivitu, bylo v extrémním stresu, mělo horečku, svalové křeče apod. Záleží rovněž na míře osvalení jedince, jev bude výraznější u zvířat dobře osvalených než u zvířat slabých a vyhublých. Vliv má i teplota prostředí, v chladném prostředí nebo pokud bylo tělo před rozvojem rigoru ponořeno do studené vody, se může proces ztuhnutí zpomalit, nebo vůbec neproběhne. Zpomalení rigoru způsobí i hrubá manipulace s tělem po smrti.

Rigor mortis se u lidí objevuje 2-8 hodin po smrti, kompletní bývá do 12 hodin. Nejprve tuhnou obličejové svaly, poté ramena a horní končetiny, nakonec dolní končetiny. Ztuhnutí mizí do 3-4 dnů ve stejném pořadí jako se objevilo, tj. od obličeje.

U psů byly výzkumnou studií potvrzeny následující časové údaje:

- tělo teplé, bez známek rigoru - od smrti uplynulo méně než 3 hod;
- tělo teplé, ztuhlost vyvinuta - od smrti uplynulo 3-8 hod;
- tělo chladné, ztuhlost přetrvává - smrt nastala před 8-36 hodinami;
- tělo studené, ochablé, ztuhlost mizí - uplynulo více než 36 hodin;
- ztuhlost žvýkacích svalů přetrvávala 7 dnů.

V USA se při terénním ohledání velkých zvířat využívá také **metoda elektrických stimulů**, která rovněž souvisí s chemickou reakcí ATP ve svalech. Do cca 4 hodin po smrti dávají svaly silnou odpověď na elektrický stimul (chemická reakce ATP na elektrický podnět), poté reakce postupně vymizí. Rangeři k testu využívají kovový drát s dvěma klipskami připevněnými na končetiny zvířete, který propojují do elektrické zásuvky v autě.

### Algor mortis (chladnutí)

Teplota těla po smrti klesá a po určité době se vyrovná s teplotou okolí. Chladnutí závisí na původní teplotě těla, teplotě okolí, tělesném pokryvu, váze a manipulaci s tělem po smrti. Důležitými parametry jsou vítr a vlhkost (ochlazují).

Literatura uvádí různé hodnoty poklesu tělesné teploty u lidí (v závislosti na různých faktorech). Tělesná teplota klesá o 0,83-1,1°C za hodinu v prvních 12 hodinách po smrti, poté se snižuje o cca 0,55°C za hodinu. Jiné zdroje uvádí pokles tělesné teploty v prvních třech hodinách po smrti o 1°C, posléze o 2°C mezi třetí a devátou hodinou a nakonec o 1,5°C až do vyrovnání s okolní teplotou. Na dotyk je lidské tělo chladné po cca 12 hodinách, teplotě okolního vzduchu se teplota těla vyrovná za cca 24 hod. Studie na psech prokázala průměrnou rychlost ochlazování 0,5°C za hodinu, což se významně liší od rychlosti ochlazování těla lidí. Tělo postupně přijímá teplotu okolního prostředí, v prvních hodinách po smrti teplota klesá asi o 0,4-1°C za hodinu. V létě se mrtvé tělo ochladí asi o 0,4°C cca za hodinu, v zimě se ochladí rychleji (asi o 0,8°C každou hodinu).

Je očividné, že **přesný průběh chladnutí stanovit nelze**. Obecně lze říci, že v prvních hodinách po smrti těla chladnou rychleji, v dalších hodinách, až do vyrovnání teploty těla s teplotou prostředí, se teplota snižuje pomaleji. Průběh chladnutí ovlivňuje teplota okolí, vliv mají i další faktory, např. těla s větší vrstvou podkožního tuku chladnou pomaleji, nahá těla a těla ve vodě rychleji atd. U zvířat lze obecně říci, že velká zvířata, zvířata s hustou srstí a podkožním tukem chladnou pomaleji. Tělo medvěda v zimní srsti s velkými zásobami tuku bude chladnout výrazně pomaleji než tělo vyhublého podvyživeného ptáka.

Teplota těla se u větších zvířat měří teploměrem s 30cm sondou, která se zasouvá do nosní dutiny. Rektální (kloakální) teploměr se používá u malých zvířat (vsunutí max. 7 cm).

Měla by být změřena i teplota ve svalu zadní nohy (v terénu lze využít digitální teploměr používaný pro pečení masa).

Pro průběh algor mortis u lidí jsou zpracovány různé modely (např. Henšgeho nomogram), bohužel pro zvířata tyto lidské modely nelze využít.

Existuje jen velmi málo modelů a návodů, jak stanovit dobu smrti u zvířat. V USA byl na Michigan State University vyvinut počítačový program TODNetv.1.0, který slouží ke stanovení doby smrti dle teploty a váhy u jelence běloocasého, který lze využít i pro ostatní jelenovité. FAO má zpracovány návody Quality and quality changes in fresh fish, které se zabývají rozlišením doby smrti u ryb (rybolovný průmysl).

<p style="text-align: center;"><b>Livor mortis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• usazování krve v kadáveru v závislosti na gravitaci</li> <li>• červenofialové skvrny</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Rigor mortis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ztuhlost a následné uvolnění svalů po smrti</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Algor mortis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• chladnutí těla</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Změna barvy (pseudomelanóza)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nazelenalé zbarvení v důsledku degradace hemoglobinu</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Nadýmání</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• otok břicha v důsledku (bakteriálního) vylučování plynu</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Dekompozice</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• odlupování kůže/chlupů</li> <li>• pozdější stádia rozpadu</li> </ul>

*Posmrtné procesy.*

Další změnou, která po smrti u zvířat nastává, je **fyzikální změna očí**. Oko ztrácí jasnost a zářivost, klesá průhlednost oční tekutiny a oko se zakaluje. Posmrtné vysychání nastává díky odpařování povrchu a poklesu tekutiny do nižších míst/částí těla. Na oku se projeví svráštěním a zakalením rohovky. U lidí je popisován časový průběh: do 6 hodin rohovka čirá, transparentní, za 12 hodin po smrti nepravidelné lehké zakalení, za 24 hodin začíná být rohovka neprůhledná a po 48 hodinách je již zcela neprůhledná, v závislosti na teplotě, vlhkosti a otevření/zavření očních víček. Nicméně u zvířat (v porovnání s lidmi) se zakalení často neprojevuje vůbec, nebo se projevuje za podstatně delší dobu

(důvodem je relativně větší rohovka a menší viditelná plocha bělma u zvířat. Spolu s tím, jak se mění tlak v oku, se mění i tvar zornice (rigor mortis působí stah svalů kolem zorničky). Průměr zornice lze změřit posuvným měřítkem, k měření je někdy zapotřebí přídavné světlo.

Zmrazení kadáveru zastaví stah zornice a změni barvu zornice z původní tmavě šedé na mléčně bílou.

### Dekompozice - rozklad těla

Rozklad zahrnuje proces autolýzy (rozklad vlastními tělesnými enzymy) a proces hniloby (rozklad bakteriemi). Tělo nejprve dostává nazelenalou barvu (pseudomelanóza) v důsledku degradace hemoglobinu. Přibližně za 2 dny se na krku a hrudi objevuje mramorování (nejdříve červené, poté dozelená), které postupuje směrem dolů. Tělo se postupně nafukuje plyny z bakteriálních procesů, dochází k nadýmání břicha (hlavně u býložravců). Rozkladné procesy začínají ve vnitřních orgánech, probíhají nejrychleji v žaludku a střevech, poté následuje rozklad srdce a jater, plic, mozku, ledvin... Tělesná svalovina se rozkládá pomaleji. Dochází k odlupování kůže a vypadávání chlupů.

Zajímavým úkazem je tzv. **fenomén růžových zubů**. Zuby se po smrti často zbarvují dorůžova. Jde o důsledek pronikání hemoglobinu z hemolyzované krve zubní dřeně do zubního dentinu (do dentinových tubulů). Zrůžovění je výraznější na zubech s jedním kořenem než na zubech s více kořeny. Jev je častější u obětí, u kterých došlo k náhlé smrti, kdy krev zůstala tekutá. U lidí jde o běžný nález související s případy uškrcení, utonutí nebo udušení nebo při otravě oxidem uhelnatým. Jednou z nejdůležitějších podmínek pro vznik fenoménu růžových zubů je přítomnost vody nebo vysokých koncentrací vodného roztoku těsně obklopujícího zuby. Jev proto bývá často pozorován u zvířat, která byla pohřbena v půdě, v níž je vysoká vlhkost nebo voda. U vlka bylo zrůžovění dokumentováno cca 1 den po smrti.

Po cca měsíci zuby začínají podélně prskat (větší špičáky šelem začínají prskat nejprve ve vnitřní části otočené směrem do tlamy).

Rychlost rozkladu je ovlivněna vlhkostí, obecně ve vlhkém prostředí je průběh rychlejší, v suchém pomalejší. Tzv. Casperovo pravidlo určuje poměr rychlosti hnilobného rozkladu lidského těla na vzduchu, ve vodě a v zemi: přibližný poměr rychlostí je 1:2:8. To znamená, že tentýž stupeň hniloby těla vznikne za 1 týden na vzduchu, za 2 týdny ve vodě a za 8 týdnů v zemi. Podstatou rozdílné rychlosti hnilobných změn je odlišné množství kyslíku, které se ve vzduchu, vodě a v zemi nachází.

Specifický průběh rozkladu vykazují mrtvá **těla ponořená ve vodě**. Hlava se vzhledem ke své váze potopí nejnižší, v důsledku gravitace se do ní nahrne krev, rozklad proto začíná nejprve v hlavě a krku. Charakteristickým znakem u těl ponořených ve vodě je také vytváření mrtvolného tuku **adipocire** (mrtvolného „mýdla“). Jde o zvláštní druh posmrtné hniloby ve vlhkém a na kyslík chudém prostředí. Při tomto jevu dochází ke změně tukové tkáně. Voda pronikající do tkání působí na mastnou kyselinu olejovou, která se hydrogenací mění na kyselinu stearovou a mění tak konzistenci z olejovité látky na voskovitou. Vzniká homogenní, šedobílá, mazlavá, na vzduchu zasychající voskovitá hmota. K přeměně dochází několik týdnů, celková přeměna těla na adipocire nastává za 1-2 roky. Adipocire může přetrvávat léta i staletí. Vzácně se objevuje u kadáverů obézních zvířat.

V suchém prostředí s nízkou vlhkostí (sucho, mráz) může za určitých okolností dojít k vysušení těla až k jeho **mumifikaci**. Sucho bakteriální rozklad zpomaluje, či mu zcela zabraňuje. V prostředí, kde je nadbytek suchého, proudícího a teplého vzduchu se kadáver vysušuje. Kůže je pergamenová, tmavě hnědá až černá, podkožní tuk a svaly postupně ubývají, takže kůže přímo pokrývá kosti. Při mumifikaci dochází ke ztrátě tělesných tekutin i solí; hmotnost mumifikovaného kadáveru je nižší, asi 10 % živé hmotnosti. Důležitá pro tento proces je nepřítomnost bakterií.

Stav těla může být ovlivněn i aktivitami mrchožroutů, které mohou být mylně interpretovány.

Kadávery zvířat v případech wildlife kriminality jsou často nalezeny až v pozdějších fázích rozkladu, kdy výše uvedené posmrtné procesy odezněly a stanovení post-mortem intervalu s jejich pomocí není



možné. Jedinou možností je pak využití forenzní entomologické analýzy (viz kapitola Forenzní entomologie). Do určité míry může napovědět také **stav vegetace** kolem těla a pod tělem (žlutá/odumřelá tráva, známky růstu hub), změny vegetace se projevují v řádu dnů či týdnů.

*Upytlačný vlk na Broumovsku v pokročilejším stádiu rozkladu (foto Jan Koranda).*

Posmrtné změny	Doba úmrtí	Vnější ohledání	Metody hodnocení
čerstvý kadáver	0-5 dní	zachované tělo	teplota těla, posmrtné skvrny, ztuhlost, posmrtné vysychání (změny na oku)
nafouknutý kadáver	1-21 dní	zelené zbarvení (pseudomelanóza), nafouknutí, odlupování kůže, ztráta chlupů, hmyzí aktivita	destrukce měkkých tkání, hmyzí aktivita
časný rozpad tkání	3 dny – 18 měsíců	vlhká dekompozice měkkých tkání, výrazná hmyzí aktivita	destrukce měkkých tkání, hmyzí aktivita
pokročilý rozpad tkání	7 dní – 3 roky	tkáně pokrývají méně než polovinu kostry, suché kosti	destrukce měkkých tkání a kostí, hmyzí aktivita, rostlinné důkazy
suché ostatky	2 měsíce – 3 roky	suché kosti, eroze, poškození tkání mrazem, větrem	destrukce kostí, rostlinné důkazy, radiouhlíkové datování

*Orientační časový průběh rozkladu zvířecího kadáveru (podle Ch. Beiglböcka).*

### 6.3. Jak se to stalo? Causa mortis - příčina a způsob smrti

Zvířata mohou uhynout z přirozených i nepřirozených příčin. V přírodě k mnoha úhynům dochází v důsledku nemocí, stáří, vnitrodruhových soubojů či predace. V souvislosti s činnostmi člověka úhyny způsobují srážky s vozidly, vlaky, lopatkami větrných mlýnů, či zabití elektrickými dráty. Příčinou smrti však mohou být i nelegální aktivity jako pytláčení, otravy, kladení zakázaných typů pastí apod. V terénu nemusí být pravá příčina smrti jasně rozeznatelná a hrozí riziko mylné interpretace, např. střelné poranění může vypadat jako trauma po srážce s vozidlem, otvor v kůži po kousnutí špičákem šelmy někdy vypadá jako střelná rána, pták zasažený elektrinou může ležet v pozici charakteristické pro otravy karbofuranem atd. Zvířata chycená do ok či pastí bývají následně dostřelena nebo dobita, na jejich těle tak může být kombinace stop po zaškrcení, úderech či střelbě. Příčinu smrti zvířete proto bez detailnějšího patologického vyšetření (pitvy) nelze jednoznačně stanovit.

## 6.4. Postup na místě nálezu

Na místě nálezu je třeba zaznamenat co největší množství informací, které mohou veterinárnímu patologovi pomoci při stanovení příčiny úhynu zvířete:

- lokalizace těla – na slunci, ve stínu, ve vlhku;
- typ prostředí (les, rybník, pastvina, blízkost vody), souvislost celého místa;
- počasí, teplota;
- pozice zvířete, známky hrabání, kopání, přítomnost zvratků;
- výtoky z přirozených tělních otvorů (oči, nos, tlama, řitní otvor);
- u čerstvých kadáverů teplota těla (měřena rektálně);
- barva sliznic dutiny ústní a spojivek;
- hmyzí aktivita na těle;
- poranění – vysledování stop zvířete v terénu;
- jiná uhynulá zvířata v okolí a jejich vzájemná pozice;
- v chovech přítomnost misek na vodu a krmení, dostupnost vody a krmení, zvratky, exkrementy, stav prostředí (uklizeno x neuklizeno), chemické látky ad.

Pro patologa je důležitá i detailní dokumentace (fotografie, video, GPS) z místa nálezu.



*Upytlačený rys na Vimpersku s vyhrězlými vnitřnostmi (foto Luděk Bufka).*

Velmi důležitou informací je **barva sliznic dutiny ústní a spojivek**, která by měla být zkontrolována a zdokumentována již na místě v terénu. Normální barva sliznic je světle růžová. Bílá, porcelánově bledá barva sliznic (anémie) je spojena s krvácením. Tmavé, zarudlé a překrvené sliznice (hyperémie) doprovázejí záněty (stejným způsobem vypadají sliznice zmrazených a rozmrazených kadáverů, kde dojde k popraskání buněk), žluté sliznice jsou spojeny s nemocemi jater. Cyanóza (namodralé až nafialovělé zbarvení sliznic) souvisí s nedostatkem kyslíku (dušení), přehřátím nebo podchlazením. Posmrtná barva sliznic je tmavší než přirozená světle růžová, s modravým nádechem a světlejšími místy.

Barva očních spojivek by měla být zkontrolována u obou očí (pokud zvíře leží na boku, spodní oko může být překrvené v důsledku klesání krve kvůli gravitaci). Pokud se při manipulaci z kadáveru odlučují chlupy či kusy kůže, i tuto informaci je třeba pro patologa zaznamenat.

Změření teploty těla je velmi důležité např. při kauzách zvířat uhynulých v autě v důsledku přehřátí (pokud se teplota nezaznamená ihned na místě, později tělo zchladne a teplotu již nelze ověřit).

Při manipulaci s kadávery je nutné **používat ochranné pomůcky** a pokud možno ji omezit na minimum, aby nedošlo ke ztrátě důkazů (vypadnutí úlomků střely z rány, ztráta vláken, které mohly ulpět na peří či srsti zvířete, setření dotykové DNA, setření otisků...).

Pokud se na místě nachází pasti, nástrahy či návnady, je vhodné se pokusit z nich sejmout otisky prstů či dotykovou DNA. Pachatelé chodí pasti kontrolovat (zvláště jestřábí koše s živou návnadou), v okolí tak mohou být další stopy.

K nalezení stříel v terénu lze využít příruční detektor kovů, jímž lze orientačně ověřit přítomnost střely v kadáveru (měly by být zkontrolovány i případné vyvržené vnitřnosti) či se pokusit se nalézt střelu,



kteřá prošla tělem. Následně před pitvou by však měl být proveden rentgen kadáveru, protože menší kovové částice nemusí být detektorem zachyceny. Pokud je tělo v pokročilejší fázi rozkladu, je vhodné odebrat zeminu z pod těla, v níž se mohou nacházet vypadlé zbytky střel.

Specifická bývá situace, pokud kadáver zvířete chybí. Může k tomu dojít např. při pytláčení rysů či vlků, kdy kadáver bývá lovcem odnesen jako trofej a nezůstává na místě. I tak je však za určitých okolností možné v terénu zajistit stopy – krev či zbytky srsti zvířete, otisk jeho těla ve sněhu či v půdě, otisky stop pachatele, pneumatik jeho vozu atd.



*Otisk těla upytlačeného rysa ve sněhu, kadáver byl pachatelem odnesen (foto Josefa Krausová).*

Za určitých okolností může být nezbytné provedení pitvy na místě. K takové situaci může dojít kvůli velikosti těla zvířete (pitvy na místě se provádí např. v Africe u zabitých slonů či nosorožců), terénu ztěžujícímu přepravu, díky stavu kadáveru apod. Pitva na místě je velmi náročná a může při ní dojít ke ztrátě důležitých důkazů (nehygienické prostředí, riziko kontaminace vzorků, nedostatek nástrojů, vyšetřovacích přístrojů). V ČR se pitvy na místě u divokých zvířat prakticky neprovádí a kadávery musí být přepraveny na patologické pracoviště.

## 6.5. Balení kadáverů a přeprava

S kadávery zvířat se manipuluje zásadně v rukavicích a musí se důkladně balit do několika silných plastových pytlů, aby nedocházelo k úniku tekutin a pachů. Ostré hrany (zobáky, drápy, zuby, zlomené kosti...) je třeba obložit, aby nedošlo k protržení obalu či zranění manipulujících osob. U kadáverů v pokročilejším stádiu rozkladu při podezření na zástřel zvířete je možné odkopat a zajistit zem pod tělem, kam mohla střela či její fragmenty vypadnout.

Do přepravního prostoru auta je vhodné zabalené kadávery umístit do nepropustné vany/boxu či na nepromokavou podložku, na dno lze pro jistotu nasypat absorbent, kdyby došlo k úniku tekutin. Zajištěné kadávery se po dohodě s veterinárně patologickým pracovištěm co nejdříve přepravují na pitvu. Po dobu přepravy by mělo být použito chlazení, pokud je k dispozici (např. umístění pytlů do termoboxu a použití chladicích vložek).



*Hlava bobra – exemplář je nutno balit do nepropustného obalu s ohledem na únik tekutin (foto Dominika Formanová).*

Kadávery je zapotřebí co nejdříve **uložit do chladu/mrazu** (lednice či mrazáky využívané k těmto účelům nesmí být používány na jídlo pro lidi či zvířata).

Nejúplnější informace o příčině smrti lze získat z čerstvých nezmrazených kadáverů. Proces zmrazení ničí buňky, které po rozmrazení popraskají a vylíje se z nich hemoglobin (tkáňová situace pak imituje překrvení a histologické vyšetření nedává reálný obraz). Buňky, které popraskají posmrtně, ať už mrazením nebo autolýzou, lze mikroskopicky těžko odlišit od intravitální nekrózy (smrti buňky za

živa), pokud nejsou přítomny další známky patologie (např. zánětlivý infiltrát v okolí rozpadlých buněk).

Zvláště u případů týrání je histologické vyšetření velmi důležité, v případech podezření na týrání by proto kadávery měly jít na pitvu rovnou a neměly by být mrazeny. U zmrazených kadáverů nelze provést ani bakteriologické vyšetření (bakterie rovněž v mrazu popraskají).

Pokud to situace umožňuje, je tedy vhodnější kadáver před pitvou **nemrazit, ale pouze zchladit**. Je však nutno zdůraznit, že posmrtné procesy probíhají i v chladu (byť zpomaleně), zchlazení proto může trvat **max. 24 hodin**. Jestliže do této doby neproběhne pitva, je lepší kadáver rovnou zamrazit. Reálnou situaci a postup (zchlazení x zmrazení) je vždy lepší **konzultovat s patologem**.

Rychlost posmrtných procesů, které nastupují prakticky okamžitě po smrti, ovlivňují různé faktory. Záleží mimo jiné i na velikosti těla a příčině smrti zvířete, za jak dlouhou dobu dojde ke snížení teploty těla. U zvířat tlustých, uhynulých v důsledku křečí, horečky, zvířat se silným rounem (ovce), může i přes zchlazení v lednici dojít k rychlé vnitřní autolýze.

Mrtvá zvířata ve wildlife případech jsou často nalézána až v pozdějších fázích rozkladu, v takovém případě je potřeba **kadáver zmrazit co nejdříve** (histologické vyšetření již mnoho neukáže).

V případech hromadných úhynů ryb a podezření na otravu se kadávery předávají přímo do toxikologické laboratoře, a to v chlazeném stavu (nezmrazené). U vícedruhové osádky se odebírá 3-5 ks od každého druhu (třídění dle pohlaví a hmotnosti), u jednodruhové osádky pak 5-20 ks. Pokud je to možné, zajišťují se i živé ryby s příznaky poškození (převoz k analýze v původní vodě). Zároveň se provádí odběry vzorků vody (objem 2-4 litry) a sedimentu (váha cca 2 kg) nad místem úhynu (v místech předpokládaného znečištění), v místě úhynu ryb a pod místem úhynu. Vzorky se ukládají v chladu a co nejrychleji převáží do toxikologické laboratoře.

## 6.6. Veterinární patologické vyšetření

V případě provedení komplexní pitvy patolog naruší integritu těla (zkoumá vnitřní orgány, vnitřek lebky ad.), pouhé vnější ohledání nemůže přinést dostatečně informativní výsledky. Je proto nutno počítat s tím, že exemplář nezůstane zachován v původním stavu (není možné po patologovi požadovat, aby zachoval exemplář neporušený, např. pro účely zhotovení taxidermického preparátu, a přitom řádně prozkoumal tělo a stanovil příčinu smrti!).

Patologické vyšetření se skládá z makroskopického vyšetření (**pitva**) a mikroskopického zkoumání na buněčné úrovni (**histologické vyšetření orgánů a tkání**), které může mimo jiné prokázat, zda jde o staré či čerstvé zranění (důležité např. u případů týrání). Obvykle jsou v průběhu pitevního vyšetření zároveň odebírány vzorky pro další potřebné analýzy (virologie, bakteriologie, parazitologie, histopatologie, toxikologie, genetika...).

### Postup patologického vyšetření

#### 1) vnější vyšetření

Před rozbalením kadáveru by měla být zkontrolována a zdokumentována neporušenost plomby a označení balení. Vyjmutí z obalu je třeba provádět opatrně a je nutno pečlivě prozkoumat i prázdný obal, zda se v něm nenachází nějaké důkazy, které by během přepravy z těla vypadly (úlomky střel). Někteří patologové z tohoto důvodu pitvají střelená zvířata na savých plenách, aby případně vypadlé důkazy byly zachyceny.

Nejprve se provádí prohlídka a dokumentace kadáveru, kontroluje se přítomnost identifikačního označení (kroužek, mikročip, tetování, obojek aj.). Hodnocena je tělesná kondice zvířete, stav kůže, srsti/opeření, drápů, výživový stav zvířete. Jsou prohlédnuty tělesné otvory (přítomnost výtoků, zvratků). Palpací (prohmatáním) jsou prohlédnuty končetiny, hlava i tělo (přítomnost fraktur), pozornost je věnována také případným pohmožděninám.

Důležitá je **detailní prohlídka povrchu celého těla**, při níž jsou hledány známky zranění, stopy krve, narušení kůže či otvory po střelách (vstřelový a výstřelový otvor), příp. poškození per, která nejsou přirozeného původu. U peří mají vypovídající hodnotu hlavně poškozené letky a ocasní pera. Po průchodu střely mají pera často charakteristický vzhled: stržený prapor z ostnu, otvory v praporu, odštěpení ostnu či „třísky“ v ploše pera. Na peří či srsti mohou také ulpět vlákna z oděvu pachatele, které lze při detailní prohlídce najít a zajistit.



Vnější vyšetření kadáveru samice tetřeva  
(foto Pavla Říhová).



Vnější ohledání zabitě vydry  
(foto Dominika Formanová).

### **Rentgen (radiografie)**

Před samotnou pitvou by měl být kadáver zrentgenován. Zásadně by měly být **zrentgenovány, a to PŘED PITVOU**, všechny kadávery, u nichž je podezření na zastřelení. Samotné vnější ohledání není dostačující, vzhled zranění může být zavádějící, vstupy střel/broků v srsti či peří nemusí být na povrchu těla vidět. Pomocí rtg lze vyloučit či potvrdit střelné poranění, lokalizovat broky (včetně „vyhojených“) a kovové částice v těle, objevit fraktury či vykloubení vzniklé při polytraumatech atd. Předpitvevní snímkování je i určitým vodítkem, na kterou část těla se při pitvě zaměřit.

S ohledem na možné znečištění rentgenového přístroje a případnou ztrátu důkazů při manipulaci (např. vypadnutí střely nebo části střel) by kadáver měl být rentgenován v plastovém pytli a před pitvou. Rentgenuje se celé tělo a pořizují se minimálně dva ortogonální snímky (pohledy ze dvou stran s odchylkou 90°, např. z boku a svisle). U větších zvířat může být zapotřebí zhotovit větší počet snímků se zaměřením na různé oblasti těla (lebka, hrudník, břicho, končetiny). Každý snímek musí být řádně označen samostatným štítkem, datem pořízení a označením levé/pravé strany.

**Fragmenty projektilů** vyrobených z oceli nebo olova vykazují na rentgenových snímcích vysokou neprůhlednost, proto jsou velmi dobře viditelné (včetně malých úlomků). Měď, která je někdy používána jako materiál pro pláště střel, je méně neprůhledná a hůře viditelná.

V případech upytlačených vlků či rysů se lze někdy setkat s argumentací myslivců, že fragmenty střel viditelné na rtg snímku v těle zvířete jsou jen tzv. „silničářská šotolina“, tj. zadřené kamínky či písek, které se do těla dostaly po srážce zvířete s vozidlem.

Nález zbytků kovu v kadáveru nemusí nutně znamenat, že zvíře uhynulo v důsledku střelby, může jít i o vyhojené zranění (zejména broky mohou zůstat v těle). Na rtg snímcích mohou být za určitých okolností viditelné také nečistoty zadřené v kůži,



Rentgenový snímek zastřeleného rysa. Jsou patrné kovové fragmenty střely a trauma hrudní končetiny  
(foto Lucia Frgelecová).

písek v žaludku, zbytky kovů v žaludku dravých ptáků, kteří sežrali zastřelené zvíře apod. Důležitá je správná interpretace, kterou lze udělat až při detailní pitvě.

Pomocí rentgenu lze lokalizovat **traumata a poranění kostí** (zlomeniny, vykloubení), u kterých však může být obtížné rozlišit, zda vznikla před smrtí zvířete, či až po ní. Toto rozlišení umožní důkladná pitva a posouzení dalších nálezů, jako je krvácení do okolních tkání, otoky (vyskytují se pouze při poraněních před smrtí) atd. V menší míře mohou být rentgenem identifikována i poranění měkkých tkání, je však snazší je nalézt při pitvě.

Vysoce specializovaným vyšetřením je měření kostní hustoty, které se používá k určení přibližného věku jedince a zhodnocení jeho zdravotního stavu. K tomuto účelu se měří hustota epifyzární ploténky a linie v dlouhých kostech.

V současné době jsou k dispozici i **přenosné rentgeny** (disponují jimi někteří praktičtí veterináři), není však snadné je přepravovat v terénu vzhledem k hmotnosti a potřebnému doplňkovému vybavení. Teoreticky by však rentgen kadáveru mohl být proveden i v terénu na místě, pokud by např. přeprava na patologické pracoviště nebyla možná (předpokladem by však bylo připojení k elektrické síti a dostupnost příslušného odborníka). V ČR se zatím přenosné rentgeny pro účely případů wildlife crime nepoužívají.

Teoreticky užitečné by mohly být i jiné neinvazivní zobrazovací techniky:

#### **Počítačová tomografie (CT)**

CT umožňuje trojrozměrné zobrazení (rentgen pouze dvojrozměrné). Kvůli vysokým nákladům a dostupnosti přístrojů se však tato technika ve forenzních wildlife případech nevyužívá.

#### **Magnetická rezonance (MR)**

MR využívá ke snímkování magnetické pole a rádiové vlny. Poskytuje vysoce kontrastní snímky, ale ve wildlife případech se nevyužívá ze stejných důvodů jako CT (náklady, délka skenování a omezená dostupnost přístrojů). Kontraindikací pro případné využití MR by byla předpokládaná přítomnost kovových předmětů v těle (projektily), v důsledku silného magnetického pole při měření se kovové předměty mohou v těle pohybovat.

#### **Ultrasonografie**

Ultrasonografie využívá vysokofrekvenční zvukové vlny a jejich odraz od tělesných tkání. Většinou zobrazuje měkké tkáně jako vnitřní orgány, cévy, šlachy atd. (ultrazvuk neproniká kostmi). Výhodou této techniky je absence radiace a přenositelnost většiny přístrojů. Technika je často využívána ve veterinární medicíně živých zvířat, u uhynulých zvířat je však použití limitováno. Posmrtné změny (např. akumulace plynu, postupné ochlazování těla) snižují kvalitu zobrazení, zobrazovací hloubku a tím i povídací hodnotu sonogramů uhynulých zvířat.

### **2) vnitřní vyšetření**

Dále patolog provádí vnitřní ohledání a detailně zkoumá stav orgánů a tělních dutin. Hodnotí velikost vnitřních orgánů, jejich hmotnost, tvar, barvu, texturu ad. Vyhledává známky zranění a typické znaky související s různými formami zranění (pád z výšky, srážka s vozidlem, bodné rány, úder tupým předmětem, střelné rány, rány vzniklé kousnutím, otravy...).

*Při vnitřním vyšetření upytlačené vlčice bylo v její děloze nalezeno 6 embryí. Na základě patologického nálezu tak lze konstatovat, že zabitím gravidní samice došlo ke ztrátě 7 jedinců pro danou populaci (foto Lucia Frgelecová).*



Pečlivé ohledání a znalost vzhledu tkání po určitém typu zranění jsou velmi důležité. V některých případech může pachatel vyvinout snahu zamaskovat nelegální zabití zvířete např. simulací jeho sražení autem, vlakem apod. (V ČR bylo šetřeno několik případů upytlačených vlků schválně pohozených na náspu železniční trati).

Pozornost je věnována výživovému stavu zvířete, možné graviditě ad.

V případě střelných poranění je hledána střela či její zbytky. Při případném vyjímání střely je nutno dát pozor, aby střela či její fragmenty nebyly poškozeny použitím kovových nástrojů. Střela se může při průchodu tělem i rozpadnout, úlomky kovu mohou zůstat v tkáních či zaseklé v kostech.

### 3) odběr vzorků pro další šetření

Během pitvy veterinární patolog odebírá vzorky pro další potřebné analýzy, např. genetiku, toxikologii, histologii, virologické, bakteriologické či parazitologické vyšetření ad. Odběry vzorků musí být adekvátně zdokumentovány včetně zaznamenání místa, odkud byl vzorek odebírán (u histologie se doporučuje zhotovit i fotografie místa odběru).

### 4) další vyšetření

Histologické vyšetření může vyloučit či potvrdit určité onemocnění, stanovit stáří poškození tkání (čerstvá versus stará zranění) či zánětů (akutní, subakutní, chronické), analyzuje patologické změny tkání/orgánů různého původu, mechanismu vzniku a doby probíhajícího procesu. Některé situace vykazují specifické histopatologické nálezy (např. otravy olovem). Pro histologické vyšetření jsou tkáně fixovány v 10% neutrálním formalinu a poté mikroskopicky zkoumány.

Toxikologie a parazitologie viz blíže příslušné kapitoly.

Virologická a bakteriologická vyšetření se zaměřují na detekci a identifikaci patogenů. Metody zahrnují mikroskopii (speciální barvicí metody, elektronová mikroskopie), kultivaci na různých médiích (agarové destičky) s následným morfologickým posouzením a genetické analýzy (PCR). Další možností je vyšetření krve na přítomnost protilátek proti specifickému patogenu.

Patologické vyšetření (celý jeho průběh včetně použití zobrazovacích metod, provedených odběrů a následných vyšetření) musí být **zdokumentováno a popsáno**. Pro forenzní účely nestačí do zprávy uvést pouze výsledný nález a závěr, je nutno i podrobně popsat průběh vyšetření, jednotlivé úkony a zdůvodnit závěry, k nimž expert došel. Důležité je přiložit fotodokumentaci (z různých úhlů a vzdáleností), lze využít i schematické diagramy a nákresy kadáveru (např. pozice vstřelového a výstřelového otvoru). Veterinární patolog může být v dané kauze posléze předvolán ke svědectví před soudem a měl by být schopen svůj postup a závěry doložit (i k případnému přezkoumání).

## 6.7. Příčiny úmrtí zvířat

Základní otázkou, na níž je nutno hledat odpověď, je, zda zvíře uhynulo z přirozených nebo nepřirozených příčin. Pokud šlo o nepřirozené příčiny, je zapotřebí pokusit se zjistit, zda šlo o nehodu či nenáhodnou smrt, jakým způsobem a čím bylo zabito, které zranění bylo fatální, zda nemohla být některá zranění způsobena již dříve atd. Vždy je výhodou zkoumat celé tělo, resp. čerstvý kadáver, v případech těl v pokročilé fázi rozkladu či nálezů pouhých částí kadáveru (stažené kůže, torza těl, kosti, uříznuté končetiny, maso v mrazáku apod.) je zodpovězení takových otázek podstatně obtížnější.

## Přehled možných příčin úmrtí zvířat

Přírozené (člověkem neovlivněné)	Souvislost s lidskými aktivitami (nehody, lov)	Nenáhodné - úmyslné nelegální aktivity
<ul style="list-style-type: none"><li>• choroba, stáří</li><li>• vyhladovění</li><li>• predace</li><li>• vnitrodruhový boj</li><li>• toxické rostliny, řasy, uštknutí hadem</li><li>• přírodní katastrofa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• elektrické dráty</li><li>• kolize s dopravními prostředky, větrnými elektrárnami</li><li>• legální lov</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• nelegální zástřely (střely, broky, šípky, šípy)</li><li>• bodná zranění, ubití</li><li>• otravy</li><li>• pasti, oka</li><li>• pád z výšky (vyhození z okna)</li></ul>

## Přírozené příčiny smrti

### Onemocnění, vyhladovění, úrazy ad.

Úhyny divokých zvířat v důsledku infekčních chorob a nálezů jsou poměrně časté (může jít o úhyny jednotlivců, rozsáhlejší výskyty chorob až epidemie). Neinfekční choroby, např. nádorová onemocnění se vyskytují v menší míře.

Za určitých specifických podmínek mohou zvířata zemřít hladem (vysoká vrstva sněhu, nedostatek potravy, neschopnost pohybu v důsledku zlomenin, chronické choroby apod.). Při pitvě je vyhladovění snadno rozeznatelné díky absenci tukové tkáně.

U býložravců a všežravců někdy dochází ke smrti po pozření toxických rostlin. Smrt může nastat i v důsledku uštknutí jedovatým hadem. Zvířata hynou také v důsledku přírodních katastrof, např. sesuvů půdy, lavin, povodní či požárů. Velké bouře způsobují úhyny mnoha ptáků (dezorientace, silný nárazový vítr).

### Vnitrodruhové, mezidruhové boje, predace

Většina vnitrodruhových bojů nekončí smrtí, ale někdy k takové situaci dojde. Na místě jsou obvykle stopy po boji – rozrytá půda, stopy krve, vytrhaná srst či peří. U úhynů v důsledku predace bývá tělo poškozené, příp. částečně sežrané.

U **ran vzniklých kousnutím** záleží na původci kousnutí. Při kousnutí od člověka či býložravce jde o rány zhmožděné nebo tržně-zhmožděné. Lidské kousnutí má tvar písmene U, otisky špičáků nejsou příliš výrazné, lidské dásně jsou oblejší a širší než zvířecí.

Velmi ostré zuby (špičáky) mají kočkovité šelmy, při kousnutí zub proniká poměrně hluboko do tkáně a jde o rány spíše bodného charakteru. Tvar kousnutí je oblouk (velikost závisí na druhu kočkovité šelmy).

Psovité šelmy mají zuby relativně tupé, rány mají charakter bodnořezný i zhmožděný. Tvar kousnutí je úzký, protáhlý a hranatý, stopy špičáků jsou výrazné. Zuby při kousnutí nemusí prorazit kůži, tlakem však dochází k traumatu měkkých tkání (poškození svalů, kostí, orgánů). Pokousané zvíře nemusí krváčet či mít očividné vnější zranění, přesto může být vážně poraněné.

Hlodavčí kousnutí je malé s dlouhými stopami řezáků.

Zvířecí kousnutí je často doprovázeno škrábanci od drápů.

Při pitvě lze za určitých okolností odhadnout velikost tlamy útočícího zvířete pomocí změření rozteče otisku špičáků. Měření však nemusí být vždy možné, např. pokud jsou v ráně i otisky zubů trhacího komplexu, je přítomen otisk pouze jednoho špičáku (šelma si „přežvýkla“) apod. Z ran po kousnutí lze rovněž odebrat sliny a využít analýzu DNA (viz kapitola Genetika).

## Nepřírozené příčiny smrti (souvislost s lidskými aktivitami)

### Zabití elektrickým proudem

K těmto úmrtím dochází téměř výhradně u ptáků. Elektrické ohradníky používané k oplocení pastvin nepůsobí zvířatům žádná zranění (nízká intenzita proudu). Rizikové jsou některé typy sloupů

elektrického vedení, zvláště vysokého napětí. Především dravci s oblibou sedají na elektrické sloupy, rozhlíží se a pátrají po kořisti. Dotykem mohou zkratovat proud (obvykle při vzletu, stačí když se pták dotkne drátů špičkami per). Větší riziko nastává při dešti, když mají ptáci mokré peří.

Proud prochází tělem nejkratší možnou cestou z kontaktního bodu do výstupního bodu. Jde přes nejméně odolné tkáně (nervy, krevní cévy). Smrt obvykle nastává v důsledku akutní fibrilace srdce, srdeční zástavy nebo poškození mozku. Kadávery mohou vykazovat extrémní popáleniny, jsou však i případy, kdy zásah proudem nezanechá na těle výrazné stopy.

Po zásahu proudem může dojít k traumatické amputaci křídel či nohou v důsledku silné svalové kontrakce a devastace nervového systému. Vnitřní poškození může zahrnovat vážná tepelná poranění, pokud proud vnikal do těla po delší dobu (např. když se pták do drátů zamotal). Svaly pak vykazují „uvařený“ vzhled a změnu barvy, může dojít i k prasknutí vnitřních orgánů. Pokud však proud projde tělem velmi rychle, téměř nedochází k vnitřnímu poškození (změny po zásahu proudem může prokázat histologické vyšetření).

Během pitvy je zapotřebí pečlivá kontrola křídel a zápěstí, zda se na nich nenachází zuhelnatělé peří (lze využít lupu či mikroskop). Zuhelnatělé peří a kůži lze také detekovat použitím světla ve spektru 530-570 nm a červeného filtru. Zkontrolovány by měly být i nohy (změny zabarvení) a kompletně kůže, zda neobsahuje vstupní a výstupní otvory proudu. Kolem těchto otvorů bývá jemné zuhelnatění.

### Srážka s autem, vlakem

Ročně zahyne na silnicích obrovské množství zvířat. Ke srážkám obvykle dochází na silnicích 2. a nižší třídy (dálnice bývají oploceny). Ne všechna sražená zvířata umírají přímo na místě, zvláště větší zvířata mohou poodejít dále od silnice či trati, než vnitřní krvácení nebo prasklé orgány způsobí vykrvácení. Sražená zvířata se tedy nemusí nacházet přímo u silnice či trati!

U malých druhů zvířat při srážce způsobí náraz tupé síly mnohočetná a těžká poranění: traumatické léze, zlomeniny kostí, luxace, tržné rány a ruptury vnitřních orgánů a tkání. Výrazné bývá mnohočetné krvácení v různých tkáních, rozsáhlé oděrky kůže a nečistoty v srsti. V důsledku přenosu sil mohou být poraněny i části těla, které nebyly přímo zasaženy.

Velká zvířata s masivními svaly a/nebo silnými vrstvami tuku (např. medvědi) mohou vykazovat pouze mírné patologické změny, jako je krvácení do kůže a svalstva, zvláště pokud zvíře nebylo zasaženo čelně, ale v periferní oblasti. Zevní vyšetření nemusí odhalit zjevné rány, ale vzhledem k silám, které působí při srážce, může smrt nastat v důsledku prasknutí vnitřních orgánů a vnitřního krvácení. Při ohledání by měl být zkontrolován povrch těla, zda neobsahuje úlomky laku vozidla či jiné známky střetu.



*Vlk sražený autem – zranění může za určitých okolností připomínat otvor po střele (foto Lucia Frgelecová).*



*Plastová částice v ráně na krku vlka po srážce s autem (foto Lucia Frgelecová).*

Rychle jedoucími vozidly či vlaky mohou být usmrceni i letící ptáci. Nemusí jít o přímý zásah, ke zranění či smrti dochází i působením sestupného proudu vzduchu po stranách vozidla. Tímto způsobem hynou zvláště sovy, které v noci lákají světla.

### Kolize s letadly, větrnými mlýny, stavbami

V důsledku těchto kolizí hynou ptáci (výjimečně i netopýři). U dopravních letadel dochází ke srážkám především během vzletu či přistání (jinak tato letadla létají příliš vysoko). U vojenských a sportovních letadel (létají nízko) může ke srážce s ptáky dojít i během letu.

Větrné mlýny jsou pro ptáky nebezpečné kvůli přímým nárazům lopatek, ale i větrným vírům. Ptáci sražení větrným mlýnem mohou mít nápadné tržné rány na plicích. Ke kolizím se stavbami dochází především ve formě nárazů do větších skleněných ploch.

### Úhyny v plotech

Tímto způsobem hynou obvykle savci zachycení do pletiva. Dochází k uškrcení, udušení či úhynu v důsledku zlomenin.

### Střelná zranění

Nejčastějším způsobem lovu zvířat je lov pomocí střelných zbraní. Při legálním lovu bývá kadáver obvykle lovcem odnesen (trofej, maso) a nezůstává na místě. U pytláčení záleží na situaci, resp. co bylo cílem pachatele. Ulovené zvíře může být odneseno (cílem byla trofej, maso), či ponecháno na místě (cílem byla eliminace tzv. škodné), zvíře může být i úmyslně naaranžováno u silnice či trati, aby vypadalo jako sražené (střelné zranění může za určitých okolností na povrchu těla vypadat jako srážka s vozidlem).

Divoká zvířata jsou obvykle zastřelena z větší vzdálenosti tzv. dlouhými palnými zbraněmi. Většina zastřelení lidí se oproti tomu děje krátkými ručními zbraněmi.

**Rány při střelbě z bezprostřední blízkosti** vykazují následující znaky:

- očazeniny ze střely (tzv. tečkování) na kůži, růžové zbarvení kolem rány (emise CO);
- spálení peří/chlupů přehřátými plyny z hlavně;
- hvězdicovitý okraj (střela se po opuštění hlavně nestačila stabilizovat, chvěje se a trhá ránu (efekt roztřepěného okraje).

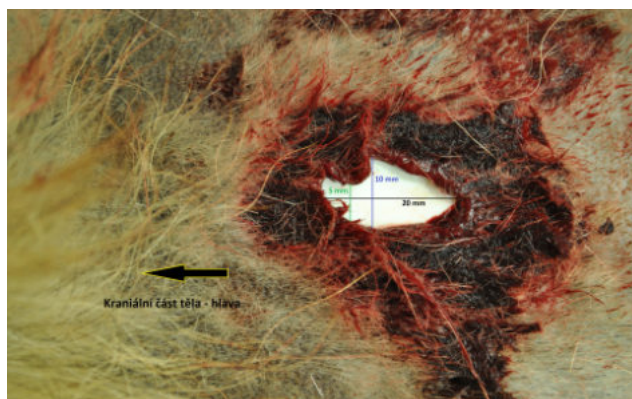
Tyto indicie obvykle u zástřelů divokých zvířat chybí, protože střelec je od zvířete natolik daleko, že tkáň není poškozena teplem, expandujícími plyny nebo povýstřelovými zplodinami. U **střelby z větší vzdálenosti** může být okraj vstupu střely tmavý (setření očazenin ze střely).

Odhady vzdálenosti, z níž bylo střeleno, jsou obvykle jen velmi hrubé a liší se v závislosti na typu a kalibru zbraně. U brokovnic je pravděpodobná vzdálenost někdy odhadována pomocí rozptylu broků po výstřelu, resp. množství a hustoty broků v kadáveru, jde však jen o velmi orientační informace.

Při prohlídce povrchu těla je důležité najít **vstřelový a výstřelový otvor** (vstup a výstup střely z těla zasaženého zvířete). U zvířat s hustou srstí/peřím může být vstřelový otvor špatně viditelný (je nutné stažení kadáveru z kůže, oškubání peří). U ptáků může napovědět poškození peří.



Výstřelový otvor ve stažené kůži rysa otočené naruby (foto Pavla Říhová).



Detail výstupního otvoru střely u zastřeleného vlka (foto Lucia Frgelecová).



Vstupní rána (vstřelový otvor)	Výstupní rána (výstřelový otvor)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kulatý, zaoblený tvar</li> <li>• menší velikost, průměr přibližně odpovídá velikosti střely (přesnou ráži není možné určit kvůli vlivu pružnosti a napětí kůže), kmitající střela může udělat otvor větší</li> <li>• ostré okraje</li> <li>• chlupy směřují dovnitř těla</li> <li>• načervenalá až tmavá barva (v závislosti na stáří rány), kroužek otěru po střele</li> <li>• kolem může být krev a částice tkáně vypuzené během vytvoření a kolapsu dočasného střelného kanálu, nebo mohly z rány vytéci po smrti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nepravidelný tvar (hvězdicovitý, roztržený)</li> <li>• obvykle mnohem větší otvor (způsobeno deformací střely), otvorů může být i více</li> <li>• zubaté okraje</li> <li>• v ráně kousky tkáně (např. úlomky kosti)</li> <li>• ve vzácných případech výstupní rána chybí a střela (fragmenty) zůstanou v těle <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ dochází k tomu např. při použití nízkoenergetických zbraní (vzduchovky, plynové pušky, malorážky)</li> <li>➢ v kadáverech větších zvířat zůstávají i broky z brokovnic (nízká energie)</li> </ul> </li> </ul>

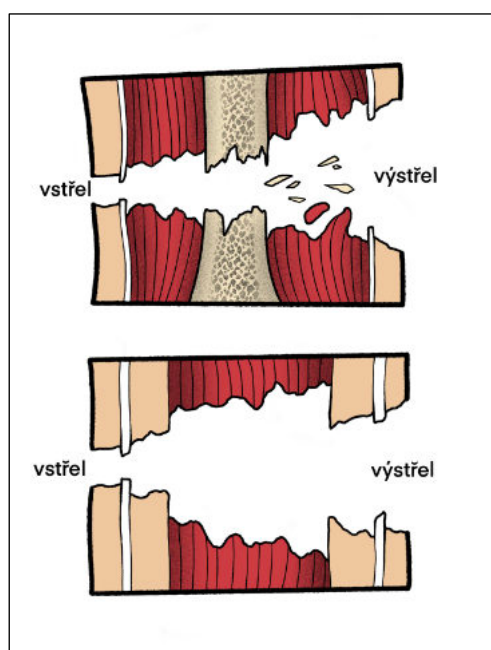


Schéma střelného kanálu při průchodu střely přes měkké tkáně a při zásahu kosti. Po zásahu kosti bývají ve střelném kanálu kostěné úlomky (kresba David Říha).

Střela vstupující do těla se začíná destabilizovat, jak postupně prochází přes vrstvy tkání. Nemusí procházet v přímé linii. Jestliže projde tělem pouze přes měkké tkáně (nezasáhne kost), průchod bývá poměrně přímý a vstřelový i výstřelový otvor mohou mít relativně stejnou velikost (výstřelový otvor bývá o něco větší). Pokud však střela narazí na kost, mění dráhu a výstřelový otvor bývá velký a roztržený.

Střela se při průchodu tělem může i rozpadnout (úločky zůstanou v tkáních či zaseklé v kostech), fragmenty mohou i vyletět z těla, pak je výstupních otvorů více. Úločky kostí působí další zranění a mohou se chovat i jako fragmenty střely.

Podél dráhy střel s vysokou rychlostí se v těle vytváří tzv. **efekt sněhové bouře** (nepravidelně tvarované kovové fragmenty různé velikosti).

Rtg vstřelového otvoru, kde je střela ještě intaktní, ukáže relativně méně kovových částic než u výstřelového otvoru, kde už bývá deformovaná a zanechává částic více. Je možné tyto zbytky kovu odebrat a provést testy na olovo, rovněž tkáň samotná může být analyzovaná na rezidua olova (bere se vzorek z okolí zbytku střely a srovnávací vzorek z nezasažené části těla jako negativní kontrola).

Některé střely efekt sněhové bouře nezanechávají, např. střely s celokovovým pláštěm či střely do brokovnic.

Vstřelový otvor může za určitých okolností vykazovat i jiný tvar než kulatý, např.

- hvězdicovitý, pokud je kůže nad povrchovou kostí ovlivněna následným prasknutím zasažené kosti pod ní;
- nepravidelný, pokud vstupní otvor způsobila odražená střela (např. střela, která se odrazila od větve před vstupem do těla zvířete).

Tvar střelných ran obvykle zůstává během rozkladu zachován. Vstřelové a výstřelové otvory bývají patrné i na stažených kůžích včetně již vyčiněných (mohou být zašity).

Střelný kanál je spojnice mezi vstřelovým a výstřelovým otvorem. Propojením obou otvorů se zjišťuje **trajektorie střely v těle**, což může poskytnout důležité informace, např.

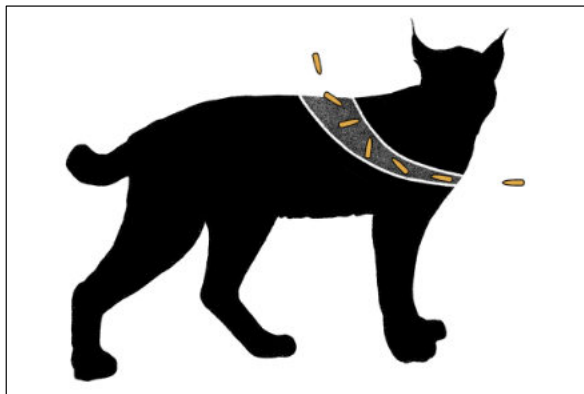
- odkud bylo stříleno (směr střelby, úhel výstřelu...);
- poloha zvířete při zásahu (např. vsedě, ve stoje, v letu...);
- vzájemná poloha zvířete a střelce (např. když podezřelý střelec tvrdí, že střílel v sebeobraně při útoku zvířete).

V trajektorii střely ve střelném kanále mohou zůstat zbytky obalu/pláště střely, plastové záslepky, ucpávky, které nejsou viditelné na rtg.

Trajektorie střely může být teoreticky vizualizována vsunutím tyčinky (dřevěné, plastové) vstřelovým otvorem skrz střelný kanál do otvoru výstřelového (tento postup doporučují některé terénní wildlife manuály). Soudní lékaři však od tohoto způsobu odrazují a upozorňují, že by nikdy neměly být takto sondovány nepreparované rány, protože je velmi pravděpodobné poškození střelného kanálu nebo vytvoření kanálu umělého.

### **Otvor vstřelu, střelný kanál a otvor výstřelu téměř nikdy neleží v jedné přímce.**

Především v dutinových orgánech střelný kanál nenavazuje na otvor vstřelu. Zvláště výrazné je to při střelném poranění hrudníku, kdy dochází ke kolapsu plic v důsledku pneumotoraxu nebo hemotoraxu. Uložení orgánů dutiny hrudní je také jiné u stojícího a ležícího zvířete, zvíře může být při zásahu v pohybu...



*Schematický průlet střely tělem rysa (kresba David Říha).*



*Označení vstřelového a výstřelového otvoru po střele na kůži rysa ostrovida (foto Pavla Říhová).*

Při pitvě jsou v těle **hledány fragmenty střel či samotné střely** (prozkoumány by měly být i vyvržené vnitřnosti). Jejich přítomnost v kombinaci s poškozením tkání typickým pro střelná zranění bývá důkazem, že zvíře nebylo sraženo autem či nezemřelo z přirozených příčin. Zbytky střel nebo broky mohou být nalezeny v kůži, peří, pod kůží... hledání významně usnadní použití zobrazovacích technik (rentgen viz výše). Pomoci může i XRF spektrometrie, pomocí které lze detekovat zbytky olova či mědi v tkáních, i pokud na rtg nejsou viditelné.



*Střela uvízlá v pravém kolenním kloubu upytlačeného rysa (foto Lucia Frgelecová).*

Nález kovových částic nemusí nutně znamenat, že předmětná střela způsobila smrt zvířete. Mnoho divokých zvířat má v sobě zbytky střel z dřívějších zásahů, které nebyly fatální (zejména zásahy broky). Dravci také mohou sežrat broky či střely spolu s mrtvými zastřelenými zvířaty (zůstávají ve voletí). Pokud se broky nacházejí v kůži nebo ve svalech, je důležité určit, zda se jedná o čerstvě způsobené rány, rány ze starší střelby, nebo zda se na zvíře střílelo po smrti. Patolog hledá jakékoli známky vitální reakce, ke kterým patří například krevní výron nebo známky hojení (tvorba vazivové tkáně), aby stanovil, zda nalezená střela souvisí se smrtí zvířete.

Obtížnější je hledání střel u exemplářů v různých stádiích **preparace**. Pokud střela zůstala ve svalech či orgánech, proces preparace odstraní veškeré důkazy o důvodu smrti. Zbytky střel však mohou zůstat v kůži nebo kostech (rtg!). Kůže, která ještě nemá odstraněno podkoží, bude pravděpodobně obsahovat více fragmentů střel, než kůže zcela stažená či již vyčiněná. Je nutno počítat s tím, že při stahování v garáži/dílně, kde je nepořádek, může být kůže kontaminována zbytky kovů (budou mít jiné chemické složení než střely).

Při **manipulaci s nalezenou střelou** je nutné používat plastové kleště či pinzety (střelu lze také vyjmout prsty nebo kovovou pinzetu obalit gázou). Kovové nástroje mohou na střele zanechat stopy, což znemožní případnou identifikaci použité zbraně. Vyjmuté střely se omyjí studenou vodou (odstranění krve a tkání), osuší, zabalí, označí a předají policejnímu orgánu, který je odešle na balistickou expertizu.

## Typy střeliva z pohledu patologického zkoumání

Rozsah poškození organismu po zásahu střelou závisí na různých faktorech, mj. ranivosti a průraznosti střely. **Průraznost** je definována jako schopnost střely proniknout materiálem a **ranivost** je definována jako schopnost střely způsobit zranění. Průraznost a ranivost jsou spolu ve stejné tkáni při shodných rychlostech v nepřímé úměře – obecně lze říct, že čím je střela průraznější, tím způsobí menší zranění a obráceně.

Pro lovecké účely se nejčastěji používá střelivo poloplášťové s měkkým olověným hrotem, který se po nárazu do těla zvířete deformuje, ztrácí pravidelnost letu a předává svému okolí většinu energie, má nižší průraznost, a tím vyšší ranivost.

### Střely se stabilním tvarem, řízenou deformací a řízenou fragmentací

Většina loveckého střeliva jsou střely s řízenou deformací nebo fragmentací (tříštvrté střely), tento typ střeliva působí ve tkáních mnohem větší škodu (mají vyšší „ranivost“) než střely se stabilním tvarem.

Zraňující schopnost střely závisí na energii, která se přenáší na tkáň, a na jejím chování v těle (tzv. ranivá balistika). Čím větší energii je schopna střela předat cíli, tím větší má ranivost (v kriminalistické balistice se používá tzv. Liškovo kritérium ranivosti). Ne vždy platí, že rychlejší střely mají větší ranivost, i pomalé střely o velkém průměru mají drastické účinky, protože se rychleji destabilizují v tkáni a pak „trhají“.



*Deformovaná střela vyňatá z těla upytláčeného rysa (foto Lucia Frgelecová).*

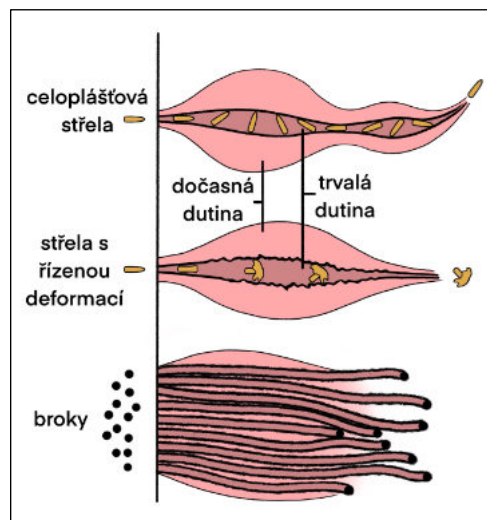
Střela po vstupu do těla rotuje a zpomaluje, kinetická energie se uvolňuje do tkání a narušuje je (i na mikroskopické úrovni). Tkáň se plní krví z poškozených malých cév. Vizualní efekt závisí na typu tkáně, přes kterou střela prochází. Vysoce elastické tkáně (např. plíce) mohou kinetickou energii střely absorbovat a zraňující efekt je jiný, než u méně elastických tkání (např. kosti, svaly, játra).

U málo elastických tkání mohou vznikat zlomeniny až trhliny práškovitého vzhledu (rozdrcení na kaši, tj. drobné fragmenty kostí se zcela rozdrčeným svalem tvoří hrudkovitou kaši). Pokud dochází k fragmentaci střely, či střela narazí do kosti, dochází k jejímu rozpadu na více kusů, změně směru pohybu, trhání tkání atd.

K poškození tkání dochází prostřednictvím těchto jevů:

- **přímé roztržení zasažených tkání a orgánů** (orgány naplněné tekutinou jako srdce mohou úplně prasknout v důsledku nestlačitelnosti tekutin)
- **kavitační efekt**

Střely s řízenou deformací a tříštivé střely (dum-dum) se po vstupu do těla začnou deformovat či rozpadat a přenášejí velkou část své energie do tkání. Podél dráhy střely se vytváří pulzující **dočasný střelný kanál** (dočasná dutina rány), který je o dost větší než u stabilních střel. Na okolní tkáň působí silný hydrostatický tlak, který způsobuje masivní poškození tkání včetně těch více vzdálených. Zranění se může nacházet daleko od přímé trajektorie střely. Když pulzace dutiny dočasného střelného kanálu ustoupí (jde o méně než  $<0,1$  s), vytvoří se **konečný střelný kanál** (trvalá dutina rány), který je mnohem menší než dočasný. Tento kavitační efekt je výrazný u střeliva do pušek používaných k lovu, daleko méně se projevuje u střeliva do ručních palných zbraní (nižší energie). Dočasný a trvalý střelný kanál určují rozsah zranění a jeho vliv na usmrcení. Pokud dojde k průstřelu těla bez zásahu důležitých orgánů a trvalá dutina má malý objem, zvíře se může ještě nějakou dobu pohybovat, případné místo úhynu pak může být od místa střelby dost vzdáleno.



Chování různých typů střeliva při průchodu tkáněmi (kresba David Říha).

Střely se stabilním tvarem rovněž způsobují dočasný střelný kanál (menší), stihnou však proniknout hlouběji do těla, než se projeví pulsace v důsledku rychlého zpomalení. Střely se stabilním tvarem a větší ráží často proletí skrz tělo a mohou být nalezeny v prostředí. Pokud je zasažena jen tenká část těla a střela projde skrz, dočasný střelný kanál se nemusí vytvořit.

- **rázové vlny**

Rázové vlny z pronikající střely se šíří celým tělem. Prostupují krevními cévami, nervy a dalšími tkáněmi a mohou vážně narušit funkci těla a dokonce způsobit neurogenní šok.

### **Střelivo pro brokovnice**

**Hromadné střely (broky)** vyletují z ústí hlavně v kuželovité formaci a během letu se postupně rozptylují. Ranivost je závislá na vzdálenosti střelby.

Na kontaktní či krátkou vzdálenost ( $< 5$  m) jsou účinky zásahu brokovnicí extrémně destruktivní v důsledku vysokého přenosu energie do tkáň, takové situace však lze v případech wildlife kriminality prakticky vyloučit. Na větší vzdálenost se broky rozptylují a rychle ztrácejí energii. Zraňující schopnost je pak relativně nízká, smrtící víceméně pouze u malé zvěře, zajíců a ptáků. Na delší vzdálenosti ( $> 50$  m) broky neproniknou silnější kůží, část z nich díky rozptylu oběť ani nezasáhne.

Když broky vstoupí do těla, rychle ztrácí energii a jen zřídka se deformují nebo se rozpadnou (pokud nenarazí na kost). Nevytváří žádný dočasný střelný kanál, ale způsobují malé rány připomínající tupé trauma. Jen zřídka způsobí poškození životně důležitých vnitřních orgánů, obvykle spíše zůstávají na periférii těla, v podkoží nebo ve vnější svalové vrstvě, aniž by pronikly hlouběji do břišní nebo hrudní dutiny (bývají dobře viditelné na rtg). Nárazem do kosti bez silnější krycí svalové vrstvy (lebka, končetiny) však mohou způsobit zlomeniny. Mechanismus zabití broky není zcela jasný, pravděpodobně smrt působí neurogenní šok.

Malé broky o průměru < cca 2 mm („birdshot“) se používají na ptáky (brokovnice je nejčastěji zbraní při střelbě na dravé a vodní ptáky), větší broky < cca 9 mm („buckshot“) se používají na větší zvířata.

Většina lovných vodních ptáků v ČR má v těle broky po dřívějších zásazích (zapouzdřené v tkáních). V důsledku používání olovených broků může docházet k otravám olovem, zvláště když broky uvíznou v kloubu a dochází k pomalému uvolňování olova (viz kapitola Toxikologie). V současné době je proto používání olovených broků zakázáno v mokřadech a z úrovně EU je zvažován jejich úplný zákaz. Olovo je měkké, při průchodu tkání se otírá a ve střelném kanálu zůstávají jeho rezidua - vytváří se efekt komety, tzv. „olovený chvost, olovená bouře“. Ocelové broky tento efekt nevytvářejí.



*Rtg živé husy velké, brok zapouzdřený v těle je označený kroužkem, světlé body na krku jsou šrouby upevňující GPS obojek (foto Dominika Formanová).*

**Jednotné střely** („slug, Brenneke“) se používají při střelbě na větší zvířata na kratší vzdálenosti, např. pro dostřelování divočáků. Mají velkou razanci a na blízko způsobují devastující poranění. Při zásahu do hlavy může být roztříštěna lebka a vystřelen mozek. Po vstupu do těla **vytváří dočasný střelný kanál** (v závislosti na vzdálenosti může být i poměrně velký). Při zasažení těla s dostatečnou energií střely budou účinky připomínat masivní tupé trauma.

**Střelivo do pistolí** se ve wildlife případech objevuje jen velmi zřídka. Krátké palné zbraně je možné využít max. pro dostřelení zvířat nablízko. Střelivo má relativně nízkou rychlost, na rtg nevykazuje efekt sněhové bouře jako vysokorychlostní střely.

**Střely pro plynové zbraně/vzduchovky** mají obvykle omezenou ranivost (malá hmotnost, nízká rychlost) a nemají dost energie proletět tělem skrz. Nepůsobí větší ruptury orgánů, mohou však způsobit zranění nebo smrt při zásahu oka, mělce uložených orgánů či tepen. V tkáních zanechávají dlouhý jednoduchý a relativně úzký kanál s malými nebo žádnými metalickými fragmenty. Od roku 2021 byl však zrušen zákonný limit 16 J pro plynové zbraně, takže dnes je možné sehnat i plynovou pušku s dostřelem 1000 m (u těchto zbraní bude ranivost výrazně vyšší).

### Zásah šípem

Letící šíp má podstatně nižší rychlost než střela: rychlost šípu je cca 90 m/s (300 fps), rychlost střely 230-1100 m/s (750-3500 fps). V současné době se vyrábí šípy dřevěné, hliníkové, karbonové či duralové. Šípy určené pro lov zvířat mívají na hrotu boční břity pro větší smrtící účinek (obvykle 2, ale mohou být i 3-4).

Šíp zraňuje jiným způsobem, než střela, proto je i vzhled zranění odlišný. Nemá tendenci drtit či trhat tkáň, okraje vstupu jsou ostré a dobře definované. Chlupy bývají u vstupu šípu přeseknuté. Při vstupu do těla šíp nerotuje a netříští se na další projektily. Nechává **velmi limitované tkáňové poškození**. Tkáň kolem kanálu, kudy šel šíp, nejsou radiálně poškozeny. Pokud šíp zasáhne velké cévy či srdce, dojde rychle k vykrvácení. Po zásahu srdce krevní tlak rychle poklesne, tkáň kolem trasy šípu bývají relativně bez krve. Pokud jsou zasaženy velké cévy, krev může zaplavit tělní dutiny, zvláště ve spodní části ležícího zvířete.

Etický střelec bude lukem střílet pouze tehdy, když zvíře k němu bude v bočním postavení a bude mít jistotu, že zasáhne srdce nebo plíce, aby zvíře vykrvácelo rychle (srdce a aorta by měly být primárním

cílem). Zásahy zvířete do krku, prsou nebo břicha nevedou k rychlé smrti a působí zvířatům značné utrpení.

Podkožní tkáň po průchodu šípů zůstává stabilní, jen s malým krvácením. U střel vysoká rychlost naopak podkožní tkáň velmi poškozuje a je přítomno silné krvácení. Extensivní podkožní krvácení u údajného zásahu šípem je tedy podezřelé, ale kompletně bezkrvné zranění také (může jít o pokus post-mortem simulovat zabití lukem, pokud je na zvíře vystřeleno po smrti, na periferii rány nebude krevní výron).

Kosti mohou být nárazem šípů zlomeny. Šíp může prostřelit žebra, klouby, dokonce i velké kosti. Poškození kosti šípem je obvykle čisté a kanál průchodu neobsahuje malé fragmenty či rozdrčenou kost na prach (na kaši spolu s fragmenty svalů), což je charakteristické pro průchod střely. Moderní silné luky jsou schopné prostřelit tělo jelena či losa, ale ani ty nemají sílu přerazit jim páteř (mohou ale penetrovat míšní kanál).

Velikost vstupního otvoru a jeho okraje zhruba odpovídá velikosti hrotu šípů. Šíp však obvykle vstupuje do těla pod určitým úhlem, tvar otvoru proto může mít trochu jiný vzhled. Vstupní zranění mívá chlupy přes ránu či ohnuté směrem dovnitř (často přeseknuté).

Výstupní rána šípů je obvykle zřetelnější než vstupní a mívá chlupy orientované směrem ven. Vstupní a výstupní otvor ukazují trajektorii šípů přes tělo, např. lze dovodit, že šíp byl na zvíře vystřelen shora (z posedu, stromu), jelikož vstoupil do těla dorsálně a vystoupil ventrálně.

### Řezné a bodné rány

**Řezné rány** jsou obvykle na povrchu těla a značně krvácejí. Zpravidla jsou rovné, ale mohou být i do tvaru písmene V. Rána se obvykle rozevře, dle její šířky tak nelze usuzovat na šířku čepele. Pokud se nožem při vytahování z rány otáčí, může mít rána tvar písmene V nebo i kříže.

**Bodné rány** bývají hluboké, vizuálně na povrchu těla se zranění může jevit jako relativně malé. Při použití ostrého nástroje jsou okraje hladké, u tupých nástrojů je obvod rány více potrhaný a je pohmožděná kůže v okolí. U jednobřítých nožů bývá jeden úhel rány ostrý a druhý tupý (hřbet čepele), při použití dvoubřitého nástroje jsou oba úhly ostré. Bodný kanál bývá obvykle přímočarý. Bodné zbraně s kruhovým profilem nevytvářejí kruhové zranění (kůže se trhá jen v jednom směru), rána bývá trojúhelníkovitá nebo do kříže. Hloubka rány může být zavádějící – pokud jsou při pronikání tkáň stlačeny, délka rány je delší než samotná zbraň.

Příčinou smrti bývá vykrvácení (na povrchu rána krvácí méně, ale více krvácí dovnitř), pneumotorax, vzduchová embolie ad.

**Sečné rány** bývají hluboké, vznikají dopadem např. sekery, mačety. Okraje rány bývají hladké.

### Oka



Jde o zakázaný způsob lovu pomocí jednoduchého nástražného zařízení, obvykle drátu nebo kabelu zachycujícího končetinu nebo krk zvířete. Chycené zvíře zůstává živé a dlouho trpí. Při snaze o vyproštění se drát zařezává do tkáň a postupně způsobuje nekrózy, zvíře si může končetinu i ukousat. Po určité době dochází k vyhladovění, udušení či úhynu v důsledku hypotermie nebo hypertermie.

Uhynulý vlk chycený do oka za končetinu (foto Lucia Frgelecová).

Zranění v důsledku chycení do oka se liší podle typu a rozsahu zaškrcení a dle toho, jaká část těla a v jaké délce byla zachycena. Pokud jsou zaškrceny cévy, dochází k otoku tkáně a následně nekróze distálně od zaškrcení, směrem ke zdravé tkáni je většinou ostrý okraj. Může být přítomno podkožní krvácení, tržné rány, odřeniny a vyškubaná srst v důsledku boje zvířete o uvolnění. Patolog by z rozsahu a stavu zranění měl být schopen určit, jak dlouho zvíře bylo chyceno a jak trpělo. Časovému odhadu může napomoci histologické vyšetření tkání z rány a kultivační vzorky postižených oblastí (rozsah infekce a vyhodnocení hojení tkáně).

Je nutno upozornit, že pachatelé chodí oka kontrolovat a **chycená zvířata bývají dostřelena nebo ubita**. V případě nálezu je zapotřebí provedení kontrolního rtg.

### Pasti

Existují různé typy pastí:

- **pasti pro chytání živých zvířat** (sklopce, jestřábí koše).

Tyto pasti bývají ze strany pachatele častěji kontrolovány (zvláště jestřábí koše, které obsahují živou návnadu). I zvířata chytaná živá do klecových a sklopných pastí, mohou zemřít hladem, kvůli dehydrataci, stresu či hypo/hypertermii. Může dojít k situaci, že chycené zvíře je následně pachatelem usmrceno (ubití, zastřelení). V případě návnady v podobě živého zvířete (např. holub umístěný v jestřábím koši) dochází k týrání zvířete využívaného jako návnada.

- **pasti působící zranění, zabíjející** (čelistové pasti, železa).

Tyto pasti mají sklápnout kolem krku zvířete a srazit mu vaz, většinou však dochází spíše k chycení zvířete za nohu nebo přes tělo. V takovém případě zvíře dlouho trpí, může dojít i k ukousání končetin. Míra zranění se liší dle síly a typu pasti. Obecně čelistové pasti způsobují násobné fraktury, poškození tkání, při delším zachycení nekróze tkání.

U menších zvířat jsou účinky devastující, např. úplné rozdrcení či odtržení končetin, krku, křídel ad. U větších zvířat jsou častá traumata končetin s okrouhlými ranami (povrchové až hluboké rány) a zlomeniny. Zranění nebývají obvykle ihned fatální a zvíře dlouho trpí.

Čelistové pasti (železa) se nelegálně cíleně používají na lišky a kuny, mohou však zachytit i necílové druhy (dravci, vydry...). Zvířata chycená do pastí mohou být **dostřelena nebo ubita**. V případě nálezu je zapotřebí provedení kontrolního rtg. Pasti samotné jsou forenzním důkazem, mohou na nich být otisky prstů či dotyková DNA pachatele. Je nutné opatrné zacházení v rukavicích a vhodná manipulace, aby možné důkazy nebyly znehodnoceny.



*Detail nohy a žaludku vlka chyceného do pasti. Zvíře si část nohy ukousalo, v žaludku byly nalezeny drápy a kůže z polštářků prstů (foto Lucia Frgelecová).*

## Udušení

Udušení vzniká v důsledku akutního nedostatku kyslíku v organismu. Vede k nedostatečnému zásobení životně důležitých orgánů kyslíkem a k jejich následnému poškození.

Základní typy dušení:

- strangulace (škrcení, oběšení, udávení);
- utopení;
- traumatická asfyxie (zasypaní, zalehnutí, přimáčknutí vozidlem, kdy tlak na hrudník a břicho zabraňuje dýchacím pohybům a vede k udušení);
- z nedostatku kyslíku v uzavřeném malém prostoru.

Při smrti v důsledku **utopení** je v dýchacích cestách a žaludku přítomna voda. K utopení ve sladké vodě dochází rychleji (krev se rozředí vodou, praskají červené krvinky), v mořské vodě trvá déle (osmotický tlak). Pro utopené jedince je charakteristická pěna v plicích. Může dojít i k tzv. suchému utonutí, kdy během několika sekund dochází k šoku a zástavě srdce, voda může způsobit křeč hrtanu. V takovém případě není v plicích voda.

Dalším indikátorem utopení je přítomnost rozsivek uvnitř kostí. Popsáno je cca 25 000 druhů rozsivek, které se liší tvarem křemičité schránky. Při topení proniknou s vodou do plic a jsou absorbovány do krve. Pokud krevní oběh funguje, dostanou se do orgánů a kostní dřeně. Jestliže oběh nefunguje (tělo bylo vhozeno do vody po smrti), rozsivky se nachází pouze v plicích.

Patologický nález u udušení zahrnuje cyanózu sliznic (zvýšení CO<sub>2</sub> v krvi), drobné nebo splývající krevní výrony ve spojivce oka (petechiální krvácení - popraskání krevních kapilár), výrazné překrvení vnitřních orgánů, tečkovité krevní výrony pod serózními blánami (pod poplicnicí nebo epikardem), dále tekutou a tmavou krev ve velkých cévách, akutní emfyzém plic, otok plic a otok mozku.

## Otravy

Potvrdit otravu u volně žijících živočichů lze pouze pitvou v kombinaci s toxikologickou analýzou (viz kapitola Toxikologie), samotné nálezy při pitvě jsou zřídka typické pro konkrétní toxické látky.

Příznaky vzbuzující podezření na otravu	
<ul style="list-style-type: none"><li>• špatná tělesná kondice, anémie</li><li>• vředy v gastrointestinálním traktu</li><li>• nestandardní obsah žaludku (např. změna barvy)</li><li>• obsah krve v gastrointestinálním traktu</li><li>• nesražená krev v tělních dutinách bez zjevných poranění</li><li>• plicní edém</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• zvětšení orgánů</li><li>• rychlý nástup rigor mortis</li><li>• u ptáků zlomené peří na koncích křídel (vlečení křídel)</li><li>• mozoly na kůži nohou (strnulost, nehybnost)</li><li>• histopatologické nálezy, např. inkluzní tělíčka v buněčných jádrech ledvin (indikace otravy olovem)</li></ul>



## Klinické a patologické příznaky u nejčastěji používaných jedů

### Karbofuran

#### Klinické příznaky

- ✓ ptáci - křečovitý postoj, svěšená křídla, hlava ke straně, zaťaté pařáty;
- ✓ savci - slinění, zvracení, slzení, křeče a svalový třes (zaťaté končetiny).

#### Patologický nález

- ✓ tmavě zbarvené sliznice;
- ✓ vnitřní orgány - edém plic, zpěněná tekutina v plicích, krváceniny na sliznicích a orgánech.



*Cyanóza (tmavé zbarvení sliznic) u dravce s podezřením na otravu karbofuranem (foto Pavla Říhová).*

### Antikoagulancia (rodenticidy)

#### Klinické příznaky

- ✓ apatie, letargie, slabost, špatný příjem potravy;
- ✓ dušnost, kašel;
- ✓ petechie na sliznicích;
- ✓ krvácení z tělních otvorů, anémie (bledé sliznice), šok.

#### Patologický nález

- ✓ nesražená krev (krvácení z tlamy, nosu a dalších otvorů, někdy masivní vnitřní krvácení do tělních dutin), podkožní či svalové hematomy, krváceniny na vnitřních orgánech, petechie na sliznicích;
- ✓ většina tkání vykazuje mírnou až těžkou bledost.

### Strychnin

#### Klinické příznaky

- ✓ nastupují velmi rychle, do 30 min až 2 h po požití;
- ✓ neklid, panika, strnulost krku, záškuby svalstva, později křeče, které se střídají s obdobími klidu/strnulosti;
- ✓ křeče se stupňují, vyvolává je jakýkoli podnět;
- ✓ pozice těla (dravci) - křídla složená přes záda, natažené drápy, zobák zarytý do půdy, peří znečištěné trusem.

#### Patologický nález

- ✓ žádné specifické změny;
- ✓ krváceniny na srdci a plicích, cyanóza sliznic;
- ✓ u dravců rychlý nástup posmrtné ztuhlosti s následně rychlou relaxací svalů;
- ✓ jinak nejsou obvykle žádná specifika.

### Fosfidy zinku a hliníku (Stutox II)

#### Klinické příznaky

- ✓ nespecifické, podobnost s otravou strychninem, nechutenství, letargie, hluboké sípavé dýchání, zvracení, křeče.

#### Patologický nález

- ✓ nespecifický, může zahrnovat plicní edém a překrvení gastrointestinálního traktu
- ✓ žaludeční obsah smrdí po česneku.

## 7. Toxikologie

Kladení otrávených návnad je v ČR i v Evropě velmi rozšířené a znamená vážnou hrozbu pro různé druhy volně žijících živočichů. Úmyslné trávení je většinou zaměřeno na šelmy, krkavcovité ptáky a dravce, postihuje však i necílové druhy. Travič pokládá v krajině různé druhy návnad (kadávery hospodářských zvířat, kusy masa, vejce), do kterých předem vpravil toxickou látku, např. karbofuran. Tento druh trestné činnosti neohrožuje pouze divoká zvířata, ale představuje velké riziko i pro zvířata v zájmovém chovu (psy, kočky) a osoby, které by přišly do kontaktu s jedem či návnadou.

Ne všechny otravy jsou však úmyslné nebo plánované. K otravě může dojít i nesprávným používáním legálních rodenticidů, např. Stutoxu II, kdy dravci, volavky nebo čápi umírají, či se přiotráví poté, co sežerou otrávené hlodavce („sekundární otrava“). Problémem jsou rovněž sekundární otravy olovem, ať již kvůli jeho působení v tkáních (uvízlé olovené broky), nebo následkem konzumace zvířat postřelených nebo zastřelených střelivem obsahujícím olovo.

Případy trávení v ČR zaznamenává **Česká společnost ornitologická**, která vede unikátní databázi ptačí kriminality, v níž jsou kromě jiných způsobů zabíjení volně žijících zvířat (pasti, železa, zástřely, ubití, zničená hnízda ad.) zaznamenávány i případy otrav. První případ zaznamenaný v této databázi je z roku 1977.



*Psovodka ČSO s vyhledávacími psy (foto archiv ČSO).*

ČSO disponuje několika psy speciálně cvičenými na vyhledávání otrávených zvířat a návnad. **Psí jednotka ČSO** intenzivně spolupracuje s Policií ČR, ročně je v rámci této spolupráce řešeno 20–25 případů trávení. Celkem bylo v letech 2017–2023 předáno policii 160 případů. Otráveno bylo cca 500 zvířat, většinou šlo o dravce, krkavcovité, či šelmy (viz tabulka). V naprosté většině případů byl použit **karbofuran**, výjimečně jiný jed. Je zapotřebí zdůraznit, že reálný rozsah otrav v ČR je s největší pravděpodobností mnohem větší, protože lze předpokládat, že ne vždy jsou těla uhynulých zvířat nalezena.

V březnu 2019 požádali rakouští ochranáři české kolegy o dohledání orla mořského opatřeného vysílačkou, jejíž signál se přestal pohybovat u obce Mečichov v jižních Čechách. Psovodka ČSO našla v okolí udaného místa 2 mrtvé orly mořské a další uhynulá zvířata (káně, krkavce, kočku, lišku). Případ převzala policie, která začala prověřovat majitele okolních rybníků. Při domovní prohlídce u podezřelého byla s pomocí vyhledávacího psa ve sklepě nalezena ukrytá sklenice s fialovým granulátem, sklenice s tekutinou, injekční stříkačky a jehly. Rozborem bylo zjištěno, že se jedná o karbofuran a endrin (zakázané látky, karbofuran je nejčastěji používaný jed k trávení; endrin se v ČR k trávení běžně nepoužívá). Jako důkaz při vyšetřování byla využita i data z vysílačky otráveného orla. Na podzim 2021 byl obžalovaný uznán vinným a pravomocně odsouzen dle § 299 (neoprávněné nakládání s volně žijícími zvířaty), § 284 (přechovávání omamné a psychotropní látky a jedu) a § 302 (týrání zvířat) trestního zákona. Uložen byl trest odnětí svobody na 2,5 roku s podmíněným odkladem na 3,5 roku. Jednalo se o první pravomocný rozsudek v případě trávení v České republice.

Otrávená zvířata (druhy)	Počty otrávených jedinců 2017–duben 2024	Kategorie ochrany (ZCHD = zvláště chráněné druhy)
<b>DRAVCI</b>		
káně lesní	132	volně žijící druh ptáka
orel mořský	59	ZCHD, kriticky ohrožený druh
luňák červený	46	ZCHD, kriticky ohrožený druh
moták pochop	16	ZCHD, ohrožený druh
orel královský	7	volně žijící druh ptáka
jestřáb lesní	7	ZCHD, ohrožený druh
luňák hnědý	3	ZCHD, kriticky ohrožený druh
poštolka obecná	3	volně žijící druh ptáka
moták lužní	1	ZCHD, silně ohrožený druh
dravci – blíže neurčení	2	volně žijící druh ptáka
<b>ŠELMY</b>		
pes domácí	59	-
liška obecná	53	-
kuna skalní	25	-
kočka domácí	23	-
vydra říční	7	ZCHD, silně ohrožený druh
šakal	1	-
kuna lesní	1	-
<b>KRKAVCOVITÍ</b>		
krkavec velký	66	ZCHD, ohrožený druh
vrána obecná	12	volně žijící druh ptáka
krkavcovití – blíže neurčení	8	volně žijící druh ptáka
straka obecná	3	volně žijící druh ptáka
havran polní	1	volně žijící druh ptáka
<b>OSTATNÍ</b>		
ježek	2	-
prase divoké	2	-
čáp bílý	1	ZCHD, ohrožený druh
čáp černý	1	ZCHD, ohrožený druh
racek chechtavý	1	volně žijící druh ptáka
sýkora koňadra	1	volně žijící druh ptáka
špaček obecný	1	volně žijící druh ptáka
vrabec polní	1	volně žijící druh ptáka

Otravy evidované ČSO na území ČR v období od r. 2017 do dubna 2024.

Doposud byly v ČR vyneseny pouze tři pravomocné rozsudky za úmyslné trávení zvířat:

- 2019 Strakonicko - otrávení 2 orli mořští, 2 krkavci; uložen trest odnětí svobody na 2,5 roku s podmíněným odkladem na 3,5 roku;
- 2021 Břeclavsko - otrávení 2 luňáci, 4 lišky, 3 kuny – uložen trest odnětí svobody na 3 roky s podmíněným odkladem na 3 roky a byl odejmut zbrojní průkaz;
- 2024 Sedlčansko - otrávení 2 orli mořští, 1 káně lesní, 2 lišky, 2 vydry a 1 kuna, uložen peněžitý trest 250 000 Kč a trest odnětí svobody na 2 roky s podmíněným odkladem na 3 roky, rovněž byl odejmut zbrojní průkaz.

## 7.1. Jak rozpoznat trávení

Místa úmyslných otrav bývají často podezřelá již na první pohled. Významné indicie naznačující, že jde o otravu:

- více kadáverů zvířat (včetně mrchožravých druhů) ležících na jednom místě nebo blízko sebe v obdobné pozici, ve stejném stádiu rozkladu;
- návnady (kousky masa, celá zvířata, vnitřnosti, vejce, ryby atd.) v blízkosti kadáverů;
- neobvykle zbarvené předměty, granulky, posyp, prášek na povrchu návnad;
- křečovitá poloha mrtvých zvířat;
- mrtvý hmyz na kadáverech, pod nimi nebo v jejich blízkosti;
- přítomnost zvratků;
- narušená tráva/půda (v důsledku předsmrtných křečí).

Velmi typická bývá **křečovitá poloha mrtvých zvířat**, zvláště při použití nejčastějšího jedu - karbofuranu. Ptáci mají do stran roztažená a svěšená křídla, hlavu ke straně, v zaťatých, dopředu vytrčených pařátech zbytky půdy či hrabanky. Šelmy obvykle leží na boku, mají vyceněné zuby a kolem sebe zvratky. Přiotrávená zvířata, která dosud neuhynula, jsou malátná, v křeči a zvrací. Sekundární otravy při používání rodenticidů či úhyny v důsledku chronické otravy olovem nejsou obvykle tak nápadné jako otravy karbofuranem.



*Pokud leží více mrtvých zvířat poblíž sebe, je velmi pravděpodobné, že jde o otravu (foto Klára Hlubocká/ČSO).*



*Typická poloha dravce otráveného karbofuranem (luňák červený, foto Klára Hlubocká/ČSO).*

**Otrávené návnady** obvykle leží na zemi, ale byly zaznamenány i případy, kdy byla návnada umístěna na stromě. V posledních letech traviči používají spíše menší návnady a umísťují je tak, aby je lidé či vyhledávající psi obtížně našli. Návnady jsou kladeny v remízcích, na okrajích cest, v okolí menších rybníků, na hrázích, u výpustí, okrajů polí či pat sloupů elektrického vedení. Mohou být i na hnojišti



*Fialový posyp na návnadě (foto Klára Hlubocká/ČSO).*



*Nastrážená otrávená vejce (foto Klára Hlubocká/ČSO).*

(málokdo chodí na procházku do těchto míst), na vrcholu stohu, malé kousky masa mohou být napíchané na plotě. Hlavní travičskou sezónou je zima a předjaří, protože návnady v terénu vydrží déle a zvířata mají v tomto období nouzi o potravu.

Používané návnady:

- vejce s injekčně vpraveným jedem. Vpich bývá v horní části vejce, může být zalepen voskem nebo izolepou (na návnady nikdy nesahat holýma rukama);
- kusy masa - používány jsou spíše menší kusy, na mase je posyp granulkami, nebo je jed aplikován injekčně (divná barva masa, chemický zápach);
- celá mrtvá zvířata - uhynulá drůbež, selátka, zajáci, ryby;
- vnitřnosti (i vývrhy ze zvěřiny).

## 7.2. Jedy způsobující otravy u volně žijících živočichů

Jedy používané k trávení zvířat nejčastěji patří do skupin chemických sloučenin jako jsou karbamáty, organofosfáty, organochlorové sloučeniny, fosfidy, pyretroidy ad. K trávení je využíván i strychnin, metaldehyd (moluskocid), chloralóza (rodenticid) a další sloučeniny.

### Pesticidy – karbamáty, organofosfáty

Jedná se o vysoce účinné jedy, které jsou nejčastěji používané k trávení zvířat. K zabití stačí velmi malé množství látky. Vykazují rozdílnou toxicitu pro savce a ptáky.

**Karbofuran** je velmi silný karbamátový insekticid, který byl pod obchodním názvem **Furadan** (další používané názvy: Curater, Bay 70143, Carbodan, Carbosip, Chinofur, Curaterr, D 1221, ENT 27164, Furacarb, Kenafuran, Pillarfuron, Rampart, Nex, Yaltox...) v EU široce používán v zemědělství až do zákazu používání, který platí od 13. 12. 2008 (Rozhodnutí Komise 2007/416/ES z 13. 6. 2007). Jedná se o jed zařazený v příloze č. 1 Nařízení vlády č. 467/2009 Sb., kterým se pro účely trestního zákoníku stanoví látky považované za jedy. Přestože přípravek představuje vážnou hrozbu pro volně žijící živočichy i pro lidské zdraví a jeho používání a distribuce v EU jsou zakázány, není větší problém ho v ČR získat. Traviči si karbofuran opatřují z dřívějších skladových zásob zemědělských subjektů, nelegálním dovozem apod. Přípravek se stále používá a vyrábí v některých zemích mimo Evropu (Čína, Indonésie, africké země).



*Karbofuran ve formě typických fialových granulek (foto Zdeněk Novák).*

Jedná se o nervově paralytický jed s **vysohou toxicitou zejména pro ptáky** (pro ptáky je toxicita cca 10x vyšší než pro savce), z tohoto důvodu se často používá k záměrnému trávení dravců. Dodáván je ve formě postřiku, granulí či prášku. Nejčastější je výrazné fialové zbarvení a forma granulí, ale může jít i o béžovou až tmavě hnědou tekutinu či o bílý prášek.

Karbofuran je velmi silný jed, který ve větších koncentracích způsobuje i řetězové (sekundární) otravy, při nichž může uhynout několik zvířat v řadě po sobě. Jsou zdokumentovány případy, kdy uhynul např. krkavec, který se nakrmil na orlu mořském, jenž uhynul poté, co pozřel maso z káně, která sežrala otrávenou návnadu.

**Letální dávka** ( $LD_{50}$  = dávka, při níž zahyne 50 % zvířat během 24 hod) **pro ptáky je 0,4-0,5 mg/kg** živé váhy, **pro savce je 5-13 mg/kg** živé váhy. Toxicita závisí na více faktorech, včetně druhu zvířete a jeho kondice. Klinické projevy akutní otravy mohou nastat v rozmezí 30 sekund od pozření návnady až do cca 6 hodin (čas závisí na množství a koncentraci pozřeného jedu). Ptáci často po požití



Liška otrávená karbofuranem  
(foto Klára Hlubocká/ČSO).



Uhynulý orel mořský v poloze typické pro otravu  
karbofuranem, Roudnice, 2020  
(foto Klára Hlubocká/ČSO).

karbofuranu umírají přímo na místě (s potravou stále v zobáku) nebo hynou v křečích poblíž (typický je křečovitý postoj se svěšenými křídly, hlavou ke straně a zaťatými pařáty). Savci vykazují slinění, zvracení, slzení, křeče a svalový třes (zaťaté končetiny, známky hrabání). Vzhledem k nižší citlivosti na účinky jedu mohou savci od místa pozření návnady zvládnout poodejít (závisí na koncentraci jedu). Jako případný protijed (např. při otravě psa) může být použit **atropin**, ale účinky jedu jsou obvykle tak rychlé, že k použití protijedu není dostatek času.

Mechanismus účinku karbofuranu je založen na interakci látky s enzymy v nervovém systému, která způsobí paralýzu dýchacích svalů, v jejím důsledku plicní edém a smrt udušením.

První pomoc při intoxikaci karbofuranem:

- při zásahu očí - intenzivní výplach vodou alespoň 15 minut, vyplachovat i pod horním a dolním víčkem, ihned k lékaři;
- kontakt na kůži - umýt mýdlem a vodou, nedrhnout, aby se nenarušil povrch kůže;
- vdechnutí - odejít od zdroje inhalace, dýchat čerstvý vzduch, pokud nastanou potíže s dýcháním či jiné symptomy, ihned k lékaři;
- spolknutí - vypít 1-2 sklenice vody, vyvolat zvracení, ihned k lékaři;
- atropin je protijed karbofuranu, dyfonatu, thimetu, aldicarbu, warbexu.

Dalším zakázaným pesticidem ze skupiny karbamátů je **aldicarb**. Tento insekticid je prodáván jako přípravek s názvem Temik, primární podobou jsou černé granule. V EU je jeho používání zakázáno od roku 2003, v USA a některých zemích mimo Evropu je však stále používán. Další pesticidy jsou ze skupin anticholinesteráz či organofosfátů, např. insekticid **mevinphos** (přípravek s názvem Phosdrin), diazinom, famphar, parathion.

## Rodenticidy

Rodenticidy jsou široce používané prostředky na hubení hlodavců (v zemědělství, v domácnostech). Používání některých z nich je povoleno a lze je v EU legálně koupit (určité přípravky mohou být určeny pouze pro profesionální použití), u jiných je používání zakázáno. Přestože jsou tyto látky primárně určeny k likvidaci hlodavců, může dojít k pozření návnady i jiným živočichem (většinou býložravcem - zajícem, bažantem), příp. k tzv. **sekundární otravě**, kdy uhynulé otrávené zvíře je zkonsumováno dalším zvířetem.

Rodenticidy se vyrábějí v různých formách (zrna, pelety, bloky, masové návnady atd.) a obsahují různé sloučeniny.

## Antikoagulanty

Jedná se o kumulativní jedy, které zabraňují srážlivosti krve. První generace antikoagulantů (**warfarin**) vyžadovala opakované kladení návnad (po dobu až 30 dní) a mnoho druhů hlodavců si vyvinulo proti těmto jedům rezistenci. Tyto látky se proto dnes již nepoužívají.

U dnešních rodenticidů 2. generace (**brodifacoum, bromadiolon, indandione**) je jediné položení návnady dostatečné. Účinné je také podstatně menší množství látky. Tyto rodenticidy se od sebe barevně neliší (obvykle jsou ve formě tmavě růžové až červené pasty) a vizuální identifikace konkrétního antikoagulantia proto není možná.

Mechanismus účinku je založen na blokaci vitamínu K, který je důležitý pro srážení krve. Pozření způsobí zvířatům vnitřní a vnější krvácení, které nastupuje po 3 až 5 dnech (po celou tuto dobu jed cirkuluje v těle v enterohepatálním oběhu (mezi střevem a játry) a vylučuje se jen velmi pomalu). Klinické příznaky otravy zahrnují letargii, slabost, dušnost, krvácení z tělních otvorů, anémii (bledé sliznice) ad.

Letální dávka bromadiolonu u psa je 10 mg/kg živé hmotnosti. Tato hodnota LD<sub>50</sub> platí pro jednorázový příjem látky. Pokud zvíře pozře nástrahu opakovaně, letální dávky se snižují až o jeden řád (LD<sub>50</sub> 1 mg/kg).

## Strychnin

Jedná se o alkaloid ze semen stromů *Strychnis nux-vomica* z Indie a historicky jde o jeden z nejpoužívanějších jedů. Již od středověku byl využíván jako jed na potkany. Může mít podobu bílého krystalického prášku nebo barevných zrněk. V mnoha zemích je dnes použití strychninu jako rodenticidu zakázáno, ale v praxi se pro trávení hlodavců stále používá. Způsobuje sekundární otravy dravců a domácích zvířat, kteří otráveného hlodavce zkonzumují.

Mechanismus účinku je založen na inhibici nervových přenosů v míše, požití rychle vede k **tetanickým křečím**, ochrnutí prodloužené míchy a zástavě dýchání. Příznaky jsou velmi podobné příznakům tetanu. Proti strychninu není protijed.

Pro dravce otrávené strychninem je **typická pozice těla** s křídly složenými přes záda, nataženými drápy, zobákem zarytým do půdy. Peří bývá znečištěno trusem.

## Fosfidy zinku a hliníku

Nejznámějším rodenticidem z této skupiny je **Stutox II**. Jedná se o fosfid zinku ve formě granulované návnady k hubení drobných hlodavců v zemědělství. Podle zákona o rostlinolékařské péči č. 326/2004 Sb. je určen pouze pro profesionální uživatele.

Mechanismus působení je založen na přeměně fosfidů v kyselém prostředí žaludku na toxický fosforovodík (fosfan PH<sub>3</sub>), který poškozují sliznice, plíce, srdce, játra, ledviny a mozek. Klinické příznaky jsou nespecifické, mohou být podobné strychninu. Častá je přítomnost sípavého dýchání, zvracení a křečí. Žaludeční obsah smrdí po česneku. Nejnižší dokumentovaná letální dávka fosfidu zinku u psů a koček je 40 mg/kg.



*Stutox II rozsypaný na povrchu půdy v okolí nor hlodavců (foto archiv ČSO).*

Zásadním problémem při plošných aplikacích Stutoxu II jsou sekundární otravy dalších zvířat (sovy, čápi, volavky, šelmy, dravci...), která hynoucí nebo uhynulé hlodavce konzumují. Je povinností zemědělců aplikovat přípravek do nor hlodavců (předpokládá se, že hlodavec uhynie v noře a jeho kadáver nebude ležet na povrchu). Někdy však dochází k situacím, že je přípravek aplikován plošným

rozhozem, k čemuž může být udělena výjimka (kalamitní přemnožení hlodavců) nebo je zákaz rozhozu některými subjekty nerespektován. Při rozhozu Stutoxu II na povrch půdy hrozí přímá otrava i necílovým druhům býložravců, zdokumentována byla například u zajíců nebo bažantů.

Nelegálně se fosfidy spolu s kyanidy používají také k **plynování nor**. V ČR je tato činnost zakázána dle zákona o myslivosti a zákona na ochranu zvířat proti týrání a nejsou informace o tom, že by k plynování častěji docházelo. Problémy s plynováním však mají např. ve Velké Británii, kde je plynování chodeb krtků, krys a potkanů legální, ale je zakázáno u nor jezevců či lišek.

K plynování se používá kyanid sodný a fosfid hlinitý, které v reakci s vlhkostí v noře uvolňují plyny kyanovodík a fosforovodík. Tyto plyny jsou neviditelné a v menších koncentracích nepáchnou, což znamená značné riziko otravy či smrti i pro člověka (první pomocí je saturace kyslíkem).

Nory se při plynování zvenku ucpávají. Využívána je buď zemina (může napadat na toxickou látku a plyn se pak hůř uvolňuje) nebo spíše textil, igelit či noviny. V případě nálezu takové plynované nory je zásadní ucpávku v 1. fázi neodstraňovat, neboť za ní může být vysoká koncentrace plynu. Je zapotřebí zavolat specialistu. Pokud je k ucpání nory použit igelit, je možné se pokusit z něj sejmout otisky prstů.

## Olovo

Olovo je toxický těžký kov, který se bohužel stále používá pro výrobu střeliva (olověné broky) a rybářských olůvek. Lidem i zvířatům způsobuje chronická onemocnění (jedná se o kumulativní jed), zhoršení kondice a ve vyšší dávce i smrt. Je odhadováno, že v Evropě otráví olovo ročně kolem jednoho milionu ptáků.

K intoxikaci volně žijících živočichů může dojít:

- konzumací zvířat zasažených broky (dravci, mrchožrouti - přímá otrava);
- konzumací ztracených rybářských olůvek a broků (husy, kachny, labutě - přímá otrava);
- postřelením a absorpcí olova z broků uvízlých ve tkáních (nepřímá otrava);
- z kontaminované vody, půdy (nepřímá otrava).



*Možnosti intoxikace olovem (kresba WWT).*

Působení olova vede ve vysoké dávce k úhynu zvířete, v menším množství působí poruchy srdce, ledvin, trávení, ochromuje nervovou soustavu a narušuje rozmnožování. Nejvíce postižení jsou dravci a vodní ptáci. U dlouhokrkých ptáků dochází k ochabnutí krčních svalů a k neschopnosti zvednout hlavu, vodní ptáci se v důsledku toho mohou i utopit. Zdravotní problémy, včetně měřitelného snižování IQ, jsou zaznamenávány i u lidí konzumujících pravidelně zvěřinu ulovenou olověnými broky či střelami. Obzvláště citlivé jsou k působení olova děti a těhotné ženy.



*Labuť s ochablými krčními svaly v důsledku otravy olovem (foto WWT).*

Mezi klinické příznaky při intoxikaci olovem patří špatná tělesná kondice, průjem, nazelenalý trus, zlomené peří na koncích křídel v důsledku tažení křídel po zemi, mozoly na kůži nohou v důsledku nehybnosti ad.



Jako jed mohou působit i některá léčiva. **Diclofenac** je lék běžně používaný ve veterinární i humánní medicíně proti zánětům a otokům (např. Voltaren), je však vysoce toxický pro ptáky (blokuje činnost ledvin). V mnoha tropických zemích Afriky a Asie způsobilo zavedení plošné veterinární péče o hospodářská zvířata masivní úbytky populací mrchožravých ptáků, zejména supů. Několik druhů supů se dostalo kvůli konzumaci uhynulého dobytka léčeného diclofenacem až na samý okraj vyhubení. Vzhledem k přísným veterinárním předpisům nezůstávají v Česku mrtvá hospodářská zvířata volně dostupná pro predátory, nebezpečí při standardním používání tohoto léčiva tedy nehrozí. Z některých okolních zemí (vč. Slovenska) jsou však známy pokusy o zneužití přípravků s diclofenacem k cílenému trávení dravců, konkrétně sokolů. Obvykle jde o chovatele holubů, kteří k tomuto účelu používají živého holuba, jemuž diclofenacem pomažou peří na krku a zádech. Holubovi jsou zároveň vytrženy některé letky, aby hůře létal a stal se snadnou kořistí. Záměrně je pak takový pták vypuštěn v blízkosti hnízdiště sokolů.

Další toxické látky zaznamenané v případech wildlife otrav v zahraničí:

- nemrznoucí směsi (zápach glykolu, žluté olejovité zbytky);
- aldrin - oranžová tekutina;
- kyanid - zápach mandlí;
- dyfonát (Zeneca)- zápach síry;
- thallium - bílá pasta, příp. obalená zrna, vysoce toxická látka, snadno absorbující kůží, otrava postupuje pomalu;
- thimet - světlý až světle hnědý granulát, zápach síry;
- warbex - krystal, zápach síry;
- těžké kovy (arsenik, rtuť, selen, měď, zinek) - jsou příliš málo aktivní, aby byly používány k záměrnému trávení, některé z nich jsou však kumulativní jedy (rtuť, arsen, selen). V tkáních jsou kovy vysoce stabilní a mohou být detekovány i v pozdějších stádiích rozkladu těla.

### 7.3. Postup na místě nálezu otrávených živočichů

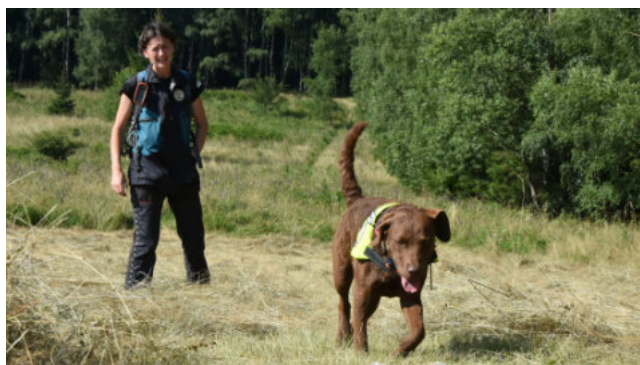
Nález otrávených živočichů může být ohlášen veřejností (osoby na procházce, pejskaři, ochranáři pracující v terénu ad.), či díky preventivní vyhledávací činnosti psí jednotky ČSO.

Prvotní hlášení směřuje na **linku 158** a mělo by kromě popisu nálezu obsahovat i přesný popis a lokalizaci místa (GPS souřadnice lze určit pomocí mobilu). Nahlašující osoba by měla místo vyfotografovat, ale blíže do něj nevstupovat, nemanipulovat s předměty atd.

Na místo obvykle vyjíždí pracovníci obvodního oddělení Policie ČR, někdy již v doprovodu vyšetřovatele a technika, který provádí dokumentaci a zajištění nálezů. Policie by se při příjezdu na místo měla chovat spíše nenápadně (neznačená auta, civilní oblečení), aby nebyly upozorněny osoby v okolí, vlastníci půdy apod., kteří mohli otrávené návnady do dané lokality umístit.

#### Prohlídka širšího okolí

Policie provádí dokumentaci místa a nalezených stop, zároveň však musí být **pečlivě prohlédnuto i širší okolí**, jednak za účelem nalezení potenciální otrávené návnady, ale i případných kadáverů dalších otrávených zvířat. Ptáci, kteří pozřou otrávenou návnadu na místě, obvykle rovnou hynou. Savci mohou poodejít na větší vzdálenost (liška), která se prodlužuje v případě, že jde o sekundární otravu. Byly však zaznamenány i případy, kdy si některé druhy dravců (orel královský, orl mořský, luňák)



Vyhledávací pes při práci v terénu (foto archiv ČSO).

odnesly kořist na klidnější místo nebo na hnízdo, kde ji teprve zkonsumovaly a uhynuly. Tato vzdálenost může činit stovky metrů, ale také více kilometrů. Při širší prohlídce terénu je velmi výhodná a důležitá **součinnost s psovodem ČSO**. Speciálně cvičení vyhledávací psi zvládnou prohledat za krátký čas velké území včetně nepřehledného a špatně přístupného terénu a jsou velmi úspěšní při nacházení kadáverů či skrytých návnad.

### Další možné stopy a užitečné informace

Na místě činu se kromě kadáverů a návnady mohou nacházet i další stopy:

- otisky pneumatik, obuvi;
- odhozené předměty, předměty použité k nastražení či připevnění návnady;
- na vejcích mohou být otisky prstů či dotyková lidská DNA.

Důležité je zjistit, k čemu slouží okolní pozemek nebo oblast (možný motiv pro kladení otrávené návnady), zvážit, jak a kde byly návnady asi připravovány, jaké nástroje mohly být použity, jak byly návnady přepraveny na místo atd. Tyto informace mohou napomoci při získávání dalších důkazů, např. při domovní prohlídce či prohlídce nebytových prostor u podezřelých osob.

Může jít např. o:

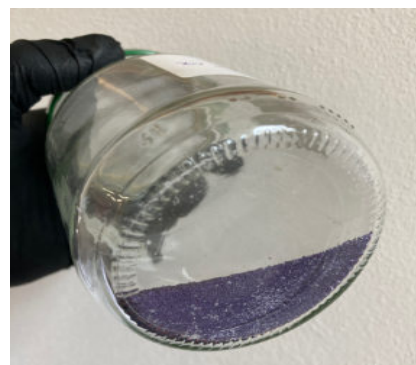
- nože použité k otevření mršiny nastražené jako návnada;
- stříkačky použité ke vstříknutí jedu do vejce;
- stěry z bot či nákladového prostoru auta vykazující stopy jedu;
- uskladněné nádoby s jedem, traviči mají často nelegální jedy přesypané nebo přelité do jiných nádob, i neoznačených. Takové nádoby lze najít v autě, v kůlně, skladišti, skříni se zbraněmi, v lovecké brašně, v oblečení pachatele atd.



*Stříkačka použitá k přípravě otrávených návnad (foto Policie ČR).*



*Jed může být uskladněn i v obyčejných zavařovacích sklenicích (foto Policie ČR).*



*Granulovaný karbofuran (foto Zdeněk Novák).*

V rámci projektu ForWild (program Impakt, bezpečnostní výzkum Ministerstva vnitra) probíhá v letech 2021-2025 v Centru environmentálních forenzních věd PřF UK výzkum zabývající se možnostmi charakterizace karbofuranu, tj. určení konkrétního přípravku. Tyto analýzy mohou propojit jed přítomný v návnadě např. s jedem v nádobě nalezeným během domovní prohlídky. Jednotlivé šarže karbofuranu nejsou totožné a za určitých okolností je možné je odlišit.

### **Bezpečnost při práci**

Manipulace s kadávery otrávených zvířat a návnadami je potenciálně riziková, hrozí možnost absorpce jedu kůží, inhalace výparů, příp. i přenos patogenů či zoonóz. Je bezpodmínečně nutné používat **nitrilové rukavice** a doporučeno je i použití **roušek**. Nejrizikovější jsou karbamátové pesticidy a organofosfáty, méně rizikové pak rodenticidy a moluskocidy (jedy používané k trávení plžů).

U případů otrav je nutno vždy dodržovat pečlivou hygienu: na místě nejíst, nepít, nekouřit, rukama v rukavicích se nedotýkat obličeje (neshrnovat si vlasy apod.). Po manipulaci je zapotřebí pečlivě umytí rukou, očištění všech nástrojů a boxů. Samozřejmě by mělo být platné očkování proti tetanu.

## Terénní rychlotesty na karbofuran

V Číně byly vyvinuty rychlotesty na ověření přítomnosti reziduí karbofuranu v komerčně prodávaném ovoci a zelenině (karbamátové pesticidy se v Číně stále používají na postřiky plodin). Testy fungují na principu imunochromatografie na koloidním zlatě a jsou vysoce spolehlivé. Možnost použití těchto rychlotestů pro rychlou detekci karbofuranu přímo v terénu u případů otrávených zvířat byla úspěšně otestována v roce 2022 v Maďarsku a v roce 2024 i v ČR.

Testy jsou poměrně levné (cca 150 Kč/test), postup otestování není složitý a lze ho provést i přímo v terénu na místě nálezu. Zkoušeny byly **testy SmarK!T CBF** od firmy Nankai Biotech Co., Ltd. ([www.nkbiotech.com](http://www.nkbiotech.com)).



Rychlotesty na karbofuran SmarK!T CBF (foto Zdeněk Novák).



Použití rychlotestu na karbofuran SmarK!T CBF v terénu (foto Klára Hlubocká/ČSO, Pavla Říhová).

### Návod na použití rychlotestů SmarK!T CBF:

- teplota všech komponent by měla být v rozmezí 20-30°C, test se nesmí uchovávat v mrazáku
- vatovým tamponem vytřete tlamu, zobák či krk mrtvého zvířete, příp. otřete návnadu
- tampon vložte do zkumavky, do zkumavky lze vložit i celý vzorek (cca 2 g, ideálně více menších kousků)
- přidejte 6 ml roztoku „A“ (A Solution) a 30 vteřin intenzivně třepajte (v laboratoři lze vortexovat)
- roztok se vzorkem nechte v klidu odstát (v laboratoři lze vložit na 1 minutu do centrifugy na 4000 otáček/min)
- odsajte pipetou 1.5 ml vrchní vrstvy roztoku a v další zkumavce ho promíchejte s 3 ml PBST bufferu (ředění 1:2)
- pipetou naberte 0.1 ml smíchané tekutiny a aplikujte na tester (část „S“)
- po 3-5 minutách můžete odečíst výsledek testu (pokud je přítomen karbofuran, objeví se jeden tmavě červený proužek na úrovni písmene C)
- po překročení času již dle návodu nelze test správně vyhodnotit (dle zkušeností z testování v ČR však jsou proužky viditelné i po 40 dnech)

## 7.4. Balení otrávených kadáverů a návnad

**Celé kadávery uhynulých zvířat** se balí do pevného plastového pytle, příp. do dvou pytlů přes sebe. Každý jednotlivý nález se dává do zvláštního pytle, označí se číslem, zaváže a zapečetí, zaznamená se poloha nálezu. V některých případech (např. více menších ptáků stejného druhu) lze zabalit více kadáverů do jednoho pytle.

Nejbezpečnější postup balení kadáveru otráveného zvířete (používáno v UK):

- Připravte si 2 plastové pytle. Navlékněte si dvoje rukavice přes sebe.
- Srolujte 1. pytel, položte tělo na dno a vyrolujte pytel zpět nahoru (lze také uchopit kadáver přes pytel a pytel přetáhnout přes tělo). Dávejte pozor, abyste neznečistili pytel zvenčí tekutinou z kadáveru.
- Není vhodné kadáver do pytle házet – náraz o dno zvedne aerosol a prach, který lze vdechnout. Ze stejného důvodu při zavírání pytle a vytlačování vzduchu z něj držte otvor pytle směrem od sebe. Vhodné je použití roušky.
- Po uzavření 1. pytle svlékněte svrchní znečištěný pár rukavic a vhoďte ho do 2. pytle, do kterého zároveň vložíte 1. pytel s kadáverem. S 2. pytlem už manipulujte jen ve spodních čistých rukavicích (tím zajistíte, že na vnějším povrchu balení nebude znečištění pocházející z kadáveru). Spodní rukavice před uzavřením 2. pytle svlékněte a přihoďte dovnitř. Pytel zvenjšku dobře označte, aby bylo patrné, že obsahuje rizikový materiál.



*Kriminalistický technik při balení kadáveru otráveného zvířete  
(foto Klára Hlubocká/ČSO).*

Menší návnady, zbytky tkání či zvratky se sbírají do menších plastových pytlů (orgatechy). Důležité je i odebrání mrtvého hmyzu ležícího na kadáveru, v jeho okolí či pod ním (odběr do plastových zkumavek).

V přepravním prostoru auta by zabalené kadávery měly být umístěny v nepropustné vaně/boxu nebo na nepromokavé podložce. Na dno lze pro jistotu umístit absorbent, kdyby došlo k úniku tekutin. Vhodné je využití chlazení po dobu přepravy, pokud je k dispozici (např. umístění do termoboxu a použití chladicích vložek).

Zajištěné kadávery a návnady by měly být transportovány do veterinárního zařízení na **pitvu a toxikologické testy**. Pokud je nutno dočasné uskladnění před provedením pitvy, mělo by jít o chladné místo či lednici (zamrazení změní histologický nález, viz kapitola Patologie), návnady lze skladovat zamrazené. Lednice či mrazáky využívané k těmto účelům nesmí být používány na jídlo pro lidi ani zvířata.

Zcela **nepřípustné je předání zajištěných důkazů mysliveckému hospodáři** nebo jiné neúřední osobě, aby se postarala o uložení kadáverů a nechala provést analýzu, zda šlo o karbofuran. Bohužel se s tímto přístupem lze stále u některých policistů setkat, byť již naštěstí ojediněle. Pokud někdo postupuje tímto způsobem, jde o zmařené prověřování a lze očekávat oficiální výtku ze strany státního zástupce vůči policejnímu útvaru, který nechal zmařit případ.

## 7.5. Pitva a odběry vzorků pro toxikologické analýzy

Po nálezu podezřele vypadajících kadáverů zvířat by vždy měla být provedena **pitva a postmortální vyšetření**, které může vyloučit úhyn způsobený nemocí, traumatem či hladověním. Vzorky pro toxikologické vyšetření odebírá veterinář během pitvy.

Doporučené vzorky pro toxikologické vyšetření:

- při podezření na karbofuran - obsah žaludku, zvratky, předpokládaná návnada, játra;
- při podezření na antikoagulanty - obsah žaludku a samotný žaludek, játra, ledviny, obsah střev včetně střeva;
- při podezření na Stutox - játra, ledviny; tkáně musí být odebrány co nejdříve a skladovány ve vzduchotěsné a nerozbitné nádobě, protože plynný fosfan je velmi těkavý.



Vzorky odebrané při pitvě (foto Zdeněk Novák).

Nejdůležitějším vzorkem je **obsah žaludku (u ptáků i obsah volete), zvratky a návnada**, v nichž jed není metabolizovaný. Dále se obvykle odebírají **vzorky jater**, kde však jsou toxiny již metabolizované. Důležité mohou být vzorky mrtvého hmyzu, který lze rovněž analyzovat na přítomnost toxinů.

Pro detekci otrav těžkými kovy jsou vhodná játra, ledviny a v některých případech i krev. Při otravách farmaky se analyzují játra, ledviny, krev a moč.

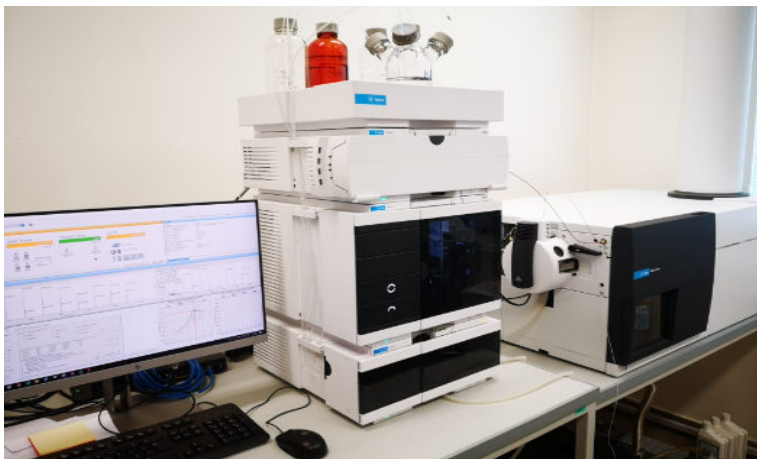
Odebrané vzorky pro toxikologické analýzy musí být skladovány a přepravovány v plastových těsnících uzavíratelných nádobách, které se dále balí do plastových sáčků a měly by být skladovány a přepravovány zmrazené při teplotě  $-20^{\circ}\text{C}$ . Je vhodné se předem poradit s příslušnou laboratoří o obalech a přepravních podmínkách. Zásadní je přesné označování nádob, dodržování důkazního řetězce a používání vhodných ochranných pomůcek, jelikož mnoho látek může být pro člověka nebezpečných.

## 7.6. Toxikologické analýzy

Toxikologické analýzy jsou zaměřeny na detekci potenciálně toxických látek v případech podezření na otravu. Musí být prováděné specializovanou toxikologickou laboratoří. K dispozici jsou různé metody včetně vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC), atomové absorpční spektroskopie (AAS) a plynové chromatografie-hmotnostní spektrometrie (GC-MS). Volba použité analytické metody je ovlivněna povahou jedu. Pokud je z ohledání nálezů, popř. z předběžného *in situ* testování na místě podezření na konkrétní jed, lze po extrakci tkání přistoupit k cílené chromatografické metodě.

Analytické testy mohou být multisložkové nebo jednosložkové. V současné době jsou v ČR v praxi státních veterinárních ústavů dostupné pouze přístroje pro jednosložkové analýzy (taková analýza testuje přítomnost pouze jedné konkrétní sloučeniny - jedu). Na některých specializovaných akademických pracovištích jsou k dispozici přístroje umožňující multisložkové analýzy cílových sloučenin (např. HPLC s tandemovou hmotnostní spektrometrií), které zvládnou otestovat stovky látek v jedné krátké analýze (řádově minuty, až nižší desítky minut). V praxi šetření wildlife crime případů bohužel multisložkové testování nelze zatím rutinně využívat.

Dále mohou být k dispozici i přístroje umožňující necílenou analýzu (např. HPLC ve spojení s vysokorozlišovacím hmotnostním spektrometrem), které v rámci jedné analýzy umožňují vedle detekce cílových jedů a jejich metabolitů stanovit např. i specificky charakteristické příměsi konkrétních přípravků jedů. Tyto charakteristické příměsi mohou napomoci propojit jed přítomný v návnadě či v kadáveru zvířete s jedy a předměty, které mohou být v některých případech zajištěny



*Kapalinový chromatograf s vysokorozlišovacím hmotnostním spektrometrem využívaný pro necílenou analýzu Agilent 6546 LC/Q-ToF (foto Zdena Škrob).*

v souvislosti s otravou (např. zásobní roztoky pesticidů, injekční stříkačky využité pro aplikaci jedů do vajíček atd.).

Vícenásobné testování s sebou nese vysoké náklady, proto by v průběhu pitvy měl být co nejvíce zúžen okruh možných látek, aby mohla být provedena toxikologická analýza cílená na nejpravděpodobněji použitý jed. Z toho důvodu jsou pro veterinárního patologa důležité všechny relevantní informace týkající se nálezu na místě činu (poloha těla, vzdálenost od návnady atd.).

Karbofuran lze ve vzorcích zvířecí tkáně detekovat i po několika týdnech skladování při stabilních nízkých teplotách (v uzavřených nádobách naplněných z více než 70 %). V ČR bylo provedeno postupné testování odebraných vzorků skladovaných při teplotě  $-20^{\circ}\text{C}$  po uplynutí 1 týdne, 1 a 3 měsíců. Experiment prokázal po celou dobu uspokojivou stabilitu karbofuranu ve zvířecích tkáních kontaminovaných karbofuranem (testována byla játra orla a obsah žaludku lišky). Délka skladování tedy nemá na přítomnost karbofuranu zásadní vliv. Dle literatury je karbofuran dobře stabilní v kyselém a neutrálním prostředí, v půdě je jeho stabilita udávána v rozmezí jednotek až desítek dnů v závislosti na podmínkách.

Otravy zvířat nejsou problémem pouze Evropy, ale trávení je široce praktikováno i v Africe a Asii. Nejčastěji používaným jedem je i v těchto zemích karbofuran (v Africe prodáván pod názvem Firadan). Dle informací z místních zdrojů jsou v některých afrických zemích otrávená zvířata dokonce prodávána na trzích ke konzumaci lidem (např. v Čadu).

## 8. Chemie

Existuje široké spektrum chemických metod, z nichž některé jsou využitelné i v případech wildlife crime. Konkrétní možnosti použití je vhodné předem konzultovat s příslušným odborným pracovištěm. U některých metod není třeba odebrání vzorků (např. měření pomocí spektrometrů), u jiných je to však nutností. Zajištění vzorků může být zapotřebí provést přímo na místě (např. pro analýzu krevních skvrn pomocí proteinů), v některých případech (např. analýzy dřeva) se vzorky odebírají až následně v místě uskladnění, nebo v laboratoři.

### 8.1. Použití spektrometrů



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

Existují různé typy spektrometrů (včetně mobilních typů), které provádí analýzu pouhým přiložením ke zkoumanému předmětu. Povrch měřeného předmětu musí být řádně očištěn, aby nebylo měření ovlivněno přítomností kontaminantů, měl by být též rovný a hladký z důvodu správné geometrie sekundárního záření, jeho zachytu a následného vyhodnocení. Spektrometry identifikují chemické látky nebo prvky, z nichž je předmět složen, **nejsou ale schopny určit konkrétní druh živočicha či rostliny**. Přístroj odliší umělý materiál (například padělek vyrobený z polymeru) od pravého, neurčí však, zda jde o slonovinu, mamutovinu, mrožovinu apod., neboť chemické složení zubního materiálu je u všech savců víceméně shodné. Všechny níže uvedené spektrometry existují jak v lehkých mobilních formách, tak i jako stolní laboratorní přístroje.

**RTG fluorescenční spektrometrie** identifikuje kvantitativní prvkové složení předmětu. Funguje na principu měření energie nebo vlnové délky vracejícího se sekundárního záření po návratu elektronů v atomech vzorků dočasně vybuzených na vyšší energetickou hladinu. Dokáže identifikovat s různou mírou citlivosti prvky těžší než hořčík ( ${}_{12}\text{Mg}$ ). Používají se obvykle přístroje energeticky disperzní, jako např. Olympus ED-XRF DELTA, ED-XRF VANTA, ProSpector 3 ad. Na trhu jsou různé varianty těchto spektrometrů, které se liší zaměřením a softwarovým vybavením, jež určuje, jaké chemické látky a s jakou mírou přesnosti a citlivosti mohou být identifikovány (kovy, slitiny, plasty, horniny apod.).

Ve wildlife případech lze těmito spektrometry změřit např. přítomnost arsenu v taxidermických preparátech (vycpaninách). Arsenik ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ) se používal při preparaci zvířat jako konzervační činidlo cca do roku 1990, vysoká koncentrace arsenu (500-1000 ppm) na povrchu preparátů je proto specifická pro staré exempláře.

*Starý taxidermický preparát medvěda hnědého vykazující vysokou koncentraci arsenu v srsti (foto Zdeněk Novák).*

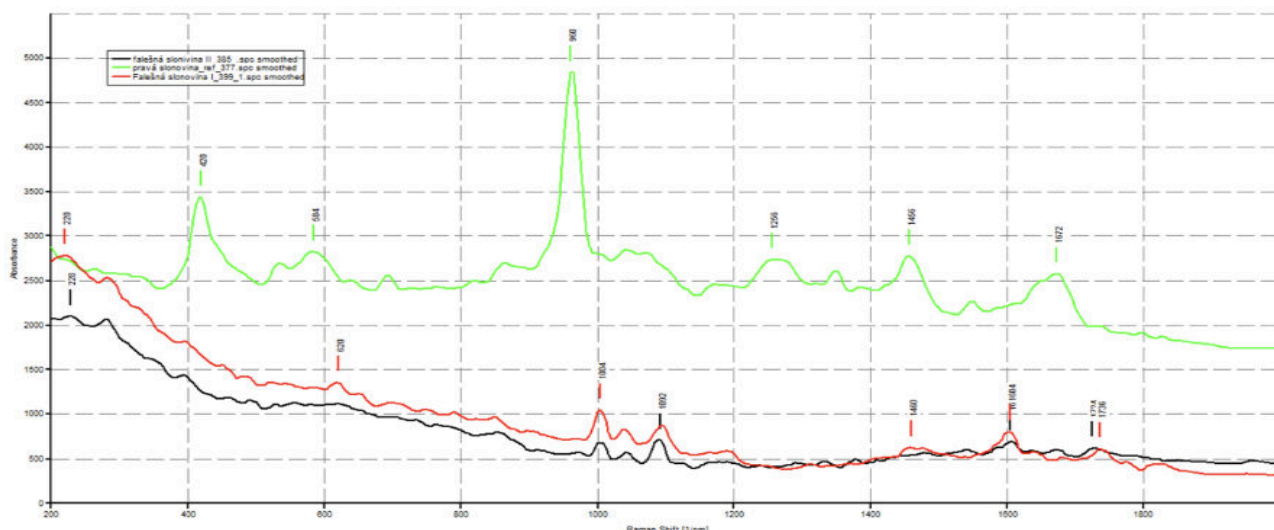


Další možností využití je ověření přítomnosti vápníku v přípravcích tradiční čínské medicíny. Absence vápníku vyloučí příměs kostí, tedy např. vyvrátí podezření na obsah tygřích kostí v daném přípravku. Dle obsahu vápníku a fosforu lze také orientačně odlišit slonovinu (kel) od kosti (slon či jiné zvíře) nebo od polymerních napodobenin.

**Ramanova spektrometrie** slouží k identifikaci chemických látek a jejich směsí. Tato metoda využívá laserový paprsek a také měří vybuzené sekundární záření, jedná se však o charakteristické záření vibrace molekulárních vazeb, nikoliv excitovaných elektronů jako v případě RTG. Vybuzené záření je navíc velmi slabé, pro co nejpresnější měření je proto potřeba vzorek a dráhu paprsku zatemnit, aby byl eliminován vliv okolního světla. Měří se vlnově závislé na typu a množství vazeb mezi prvky a výsledek je porovnáván s knihovnou (databází spekter) v přístroji, která může obsahovat desetitisíce položek.

V knihovně je hledána co nejvyšší shoda se známým spektrem, či součet spekter o různé váze v případě směsí. U směsí lze tak odhadnout nejen přítomnost jednotlivých složek, ale i jejich vzájemné poměrové zastoupení. Kvalita databáze je tak stejně důležitá jako fyzikální parametry samotného přístroje. Jelikož sklo či voda je pro daná měření inertní, je možné měřit pevné látky i kapaliny, dokonce i na dálku a přes průhledný obal (např. analyzovat tekutiny v lahvích bez nutnosti jejich otevření).

V případě slonoviny je měření náročné na čistotu vzorků, povrch je třeba ideálně obrousit, aby nečistoty neponížily shodu naměřeného spektra vůči spektru v knihovně. U starších přístrojů byl problém s fluorescencí, jelikož pracovaly s nižší vlnovou délkou (785 nm). Ta je mnohem výraznější a „přebíjela“ sekundární záření a tím zhoršovala citlivost přístroje. Současné přístroje tento problém vyřešily použitím vlnové délky 1064 nm, je však u nich zase vyšší riziko poškození vzorku, pokud by se laser dotýkal vzorku delší dobu na jednom místě, neboť energie laseru vzorek zahřívá a v případě tmavších a hořlavých vzorků může vést až k požáru či výbuchu. Příkladem mohou být např. mobilní přístroje TacticID či Progeny Resq. Tyto spektrometry se využívají především pro detekci organických sloučenin jako jsou výbušniny, drogy a jiné chemické látky či jejich směsí.



Graf měření spekter pravé a padělané slonoviny pomocí Ramanova spektrometru (Martin Marko).

Existují i přístroje využívající kombinaci Ramanovy spektrometrie a mikroskopie, které jsou schopny měřit v různých přesně definovaných hloubkách materiálu, provádět vertikální profilaci nebo fokusaci na konkrétní součást výrobku.

V případech wildlife crime je možné Ramanovu spektrometrii využít pro



Pravé a padělané kly zajištěné během Operace Ebur (foto Václav Šilha).



odlišení padělku od pravého exempláře, např. skutečného klu od uměle vyrobeného (naměřené spektrum se bude výrazně lišit).

V případech, kdy nelze využít Ramanovu spektrometrii, najde uplatnění **vibrační infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR)** s využitím ATR modulu (Attenuated total reflectance). Opět se jedná o měření vibrací molekulárních vazeb, ale vzhledem k využití infračerveného paprsku místo laseru je výsledkem spektrum o jiném rozsahu vlnočtu. U Fourierovy transformace se nejedná o spektrum přímo vybuzeného záření, ale o rozdíl spekter dvou paprsků, řádného a opakovaně odraženého od povrchu vzorku, který je umístěn na přímém kontaktu s diamantovým hrotem přístroje.

Přístroj detekuje i vodu a oxid uhličitý (zaznamená i vzdušnou vlhkost), vzorky proto musí být naprosto suché a před použitím musí být změřeno spektrum pozadí. Jako u většiny podobných měření je nutné mít kvalitní standardy (knihovny spekter), se kterými je výsledek měření porovnáván. Takto lze opět detekovat i chemické směsi, ovšem zejména v případě velmi nízkých koncentrací sekundární látky v hlavní materii je třeba vyškoleného a zkušeného personálu. Látky s obsahem pod 1 % jsou obtížně identifikovatelné. Pro kvantitativní stanovení složek je třeba přístroj kalibrovat.

## 8.2. Chemické analýzy

Chemické analýzy slouží k identifikaci druhu živočicha nebo rostliny na základě chemického komponentu (prvku, sloučeniny apod.), který je pro daný druh typický. Nutným předpokladem je známost takové látky specifické pro daný druh.

### Chemické analýzy dřeva

V ČR jsou chemické analýzy využívány především pro **identifikaci konkrétního druhu** dřeva. Největšími zkušenostmi a vhodným přístrojovým vybavením disponuje Celně technická laboratoř, některé analýzy provádí i Kriminální ústav.

Tento typ analýz se neobejde bez vzorku zkoumaného materiálu. Nejvhodnějším postupem je nechat odběr na laboratoři, obvykle stačí odebrání relativně malého množství hoblinek dřeva. Výrobky ze dřeva bývají opatřeny různými nátěry nebo jsou jinak impregnovány, pro úspěšnou analýzu je potřeba tyto nepůvodní vrstvy důkladně odstranit.



Referenční knihovna vzorků dřeva  
(foto Zdeněk Novák).

Chemickým analýzám předchází morfologická identifikace, kdy je vzorek dřeva prohlédnut pod makroskopem, mikroskopem, vyfotografován, popsán a porovnán s databází dřev CITESwoodID a referenčními vzorky. Využívána je morfologie stavby dřeva na příčném, radiálním a tangenciálním řezu.

K chemickým analýzám dřeva jsou využívány hmotnostní spektrometry ve spojení s kapalinovou nebo plynovou chromatografií. Příprava vzorků spočívá v nařezání velmi tenkých hoblinek dřeva, aby měl analyzovaný vzorek co největší povrch a poté jeho louhování vhodným rozpouštědlem (nejčastěji ethanolem). Podle typu vzorku je vybíráno zařízení, na kterém je prováděna následná analýza. V případě složitějších vzorků je vhodné výše uvedené techniky kombinovat.

Používány jsou hmotnostní spektrometry ve spojení s těmito technikami:

- **kapalinová chromatografie HPLC MS** (např. QQQ či QTOF) - vysokoúčinná kapalinová chromatografie s hmotnostní detekcí s trojitým kvadrupólem (QQQ), či kvadrupólem s analyzátozem doby letu (QTOF), kdy se využívá ionizace ESI (elektrosprejem, měkká ionizace). Při této technice je mobilní fází (nosičem vzorku) kapalina, např. vodně-metanolický roztok s kyselinou mravenčí či mravenčanem amonným. Pro analýzu stačí 0,2 až 1 mikrolitr připraveného vzorku (výluhu), což je nepatrná část výluhu získaného ze vzorku.

*Připravené vzorky s výluhy k analýze (foto Zdeněk Novák).*



- **plynová chromatografie GC-MS** (např. QTOF) - plynová chromatografie s hmotnostní detekcí, např. s kvadrupólem s analyzátozem doby letu, kdy se využívá ionizace EI (klasická, tvrdá ionizace). V tomto případě je mobilní fází (nosným médiem) plyn, např. dusík a analyzují se těkavé látky ve vzorku v rozmezí teplot např. 60-320°C. V zahraničí je rovněž využívána metoda kombinující plynovou chromatografii s pyrolýzou (HC-PyGC/MS), vyzkoušená je u mnoha druhů rodu *Diospyros* (eben).
- **DART-TOF spektrometrie** - nová pokročilá metoda hmotnostní spektrometrie založená na přímé analýze v reálném čase ve spojení s průletovým hmotnostním analyzátozem a rychlou a účinnou ionizací. Je možno měřit širokou škálu pevných látek, kapalin a plynů. Při determinaci dřeva poskytuje jakýsi chemický fingerprint metabolitů ve dřevě, je možná identifikace až do druhu. Metoda je pro determinaci dřeva využívána např. v Belgii (ForeST Database<sup>©</sup>, ENFORCE - wood forensic centre, Belgie).



*Plynový chromatograf (foto Zdeněk Novák).*

Vzhledem ke zvyšující se citlivosti metod (možná detekce až na úroveň ultrastopové analýzy) jsou vyvíjeny postupy umožňující analyzovat za účelem determinace druhu nikoli jen dřevo samotné, ale i vzduch z vnitřní části přepravovaných zásilek/kontejnerů (analýza výparů z čerstvého dřeva). Metoda značně usnadní kontrolní činnost, neboť není třeba složitě odebrat vzorky dřeva, zpracovávat je a poté chemicky analyzovat. Kontrola spočívá v odebrání vzduchu z kontejneru v místě odvětrání a jeho chemické analýze (určitá obdoba analýz environmentální DNA). Postup je nyní testován v USA (U.S. Fish and Wildlife Service Laboratory) a v Singapuru (Center for Wildlife Forensics).

Specializovaná wildlife forenzní laboratoř v USA (U.S. Fish and Wildlife Service Laboratory; Ashland, Oregon) má pro účely determinace dřeva dováženého ve velkých kontejnerových zásilkách k dispozici mobilní forenzní laboratoř vybavenou nejmodernějším zařízením pro chemické i morfologické analýzy. Při záchytu pašovaného dřeva je laboratoř připojena k terénnímu vozu a vyslána na místo určení přímo do kontejnerových přístavů.



Mobilní forenzní laboratoř (USFWSL, Ashland, USA) je vybavena nejmodernějším přístrojovým vybavením pro chemické a morfologické analýzy dřeva (foto Pavla Říhová, Zdeněk Novák).



## Další využití chemických analýz



Preparáty tradiční asijské medicíny (foto Pavla Říhová).

Různé typy chromatografií lze využít i k identifikaci druhů živočichů a rostlin, například v produktech **tradiční asijské medicíny**. Pokud jsou známy látky charakteristické pro určité druhy, je možné je pomocí různých chemických metod identifikovat i ve směsi. V mnoha případech bylo vědecky prokázáno, že dochází k falšování složení tradiční medicíny. Dle jedné studie pouze 3 % přípravků, v nichž byla uváděna jako účinná látka medvědí žluč, skutečně medvědí žluč obsahovalo, ve zbylých preparátech byla přítomna žluč jiných živočichů jako jsou prasata, kozy, buvoli apod.

Příklady taxonů charakteristických typickými látkami:

- *Saussurea costus* (chrpovník) – obsahuje saussuriny, kostunolidy;
- *Moschus spp.* (kabar) – pižmo obsahuje muscone;
- *Cetacea* (kytovci) – velrybí olej obsahuje specifickou kombinaci mastných kyselin;
- *Panax spp.* (ženšen) – obsahuje ginsenosidy;
- *Prunus africana* (slivoň) – obsahuje  $\beta$ -sitosterol, estery kyseliny ferulové, atrarové, atranorin, N-docosanol, N-tetracosanol;
- *Ursus spp.* (medvědi) – mají specifickou kombinaci žlučových kyselin, lze odlišit severoamerické druhy od asijských, ale nikoliv jedince z volné přírody/odchovu;
- *Dendrobatidae* (pralesničky) - na základě přítomnosti/absence toxinů v kůži je možné odlišit zvíře z přírody/odchovu.

### 8.3. Proteinové analýzy (proteomika)



Analýzy proteinů mohou sloužit k identifikaci druhů živočichů např. z krevních skvrn, masa, kostí apod. Tato metoda je vhodná i pro identifikaci tepelně upraveného masa, jelikož proteiny jsou odolnější než DNA, která varem degraduje rychleji. Stačí malé množství vzorku (u krve je to méně než 1 mg hemoglobinu), podmínkou využitelnosti tohoto typu analýz je známost proteinu specifického pro konkrétní druh či skupinu druhů. Pomocí proteinů je možné determinovat desítky druhů zvířat (např. jeleny, dravce, velryby, orly bělohlavé apod.). Analýzou proteinů je také možné odlišit pravý kaviár z jeseterů od jiker jiných druhů ryb.

*Pomocí analýzy proteinů lze identifikovat velrybí maso, zde uzené velrybí maso na trhu v Bergenu, Norsko (foto Pavla Říhová).*

V proteomice se k analýzám využívají různé metody, např. elektroforéza, vazby na určité protilátky, **hmotnostní spektrometrie MALDI-TOF** (hmotnostní spektrometrie s laserovou desorcpcí a ionizací za účasti matrice s průletovým analyzátozem) nebo již výše uvedená technika kapalinové chromatografie LC/QTOF.

Na trhu (především v muslimských zemích) jsou k dispozici komerční rychlotesty na maso, kterými lze na místě během několika minut ověřit druh masa: hovězí, vepřové, drůbeží atd.

Ve Velké Británii byl vyvinut rychlotest pro identifikaci medvědů (**Bear Detection Kit**) - úspěšně byl testován na vysušené krystalické medvědí žluči, sušeném žlučníku a dalších produktech tradiční asijské medicíny, u komplexních směsí ale nebyly výsledky zcela jednoznačné.



*Medvědí žluč zabavená na letišti v Praze Ruzyni (foto Zdeněk Novák).*

Bohužel proteinové rychlotesty jsou ve svém využití omezeny tím, že jsou doposud pouze jednodruhové. Mohou potvrdit, či vyloučit přítomnost konkrétního zájmového druhu, pro který jsou vyvinuty. Pokud však není žádná představa, o jaký druh by se mohlo jednat (typicky např. bushmeat, kdy maso může být z mnoha různých druhů), je identifikace konkrétního druhu pomocí těchto rychlotestů nepraktická až nemožná.

### 8.4. Imunologické, cytologické a klinické chemické vyšetření

V klinické veterinární medicíně se k posouzení zdravotního stavu zvířat využívají analýzy krvinek (a dalších složek krve), hormonů, enzymů, elektrolytů, minerálů, stopových prvků ad. Ve forenzních případech má však využití těchto vyšetřovacích technik jen omezenou vypovídací hodnotu, jelikož u kadáverů se kvůli započatí rozkladných procesů stávají hodnoty mnoha parametrů neprůkaznými. Pokud je kadáver velmi čerstvý, lze provést hematologické a klinické chemické vyšetření, nicméně vždy je třeba znát referenční hodnoty pro konkrétní druh, což je u exotických druhů zvířat často problematické.

## 8.5. Krevní stopy

Krev na místě může být přítomna v latentní (neviditelné) formě, případně v malém množství. Ke zjištění přítomnosti krve mohou být využity různé druhy světla a chemická činidla, která se na podezřelém místě aplikují plošně postříkáním. Existují orientační terénní testy sloužící k odhalení přítomnosti krve na místě činu, např. Hematest, Hemascain, Hemophan, Luminol, BlueStar® Forensic ad.

Při použití reagenčních proužků (Hematest, Hemastix ad.) se navlhčený proužek přikládá na zkoumané místo. Přítomnost krve je indikována zezelenáním proužku. Železo s testem interferuje a dává falešně pozitivní výsledky (obdobně mohou působit některé prací prášky, indigové barvivo ad.). Chemicko-luminiscenční testy (Luminol, BlueStar® Forensic) vydávají za přítomnosti krve modravě-bělavou či modrofialovou luminiscenci trvající velmi krátkou dobu (30-60 sekund). Postříkání by měl být prováděno při zatemnění (luminiscence je lépe vidět). I tyto testy mohou reagovat s jinými látkami a dávat falešně pozitivní výsledek – mléko, sperma, moč, káva, olej, sliny, měď ad.

V případě přítomných krevních stop jde rovněž o **charakteristiku samotných skvrn** (jejich tvar, směr, velikost) a možnou rekonstrukci události. Analýza krevních stop může pomoci odhalit co se stalo, kde se to stalo, kdy se to stalo, kdo se události účastnil a jak se odehrála.

Krevní stopy mohou být vypovídající i v případech wildlife kriminality (pytláctví), např. při podezření např. na převoz kadáveru zvířete v autě.

## 9. Radiouhlíkové datování

V mnoha případech je pro rozlišení legálního či nelegálního původu předmětů vyrobených z chráněných druhů živočichů nutné znát jejich stáří, resp. dobu, která uplynula od smrti předmětného jedince, z něhož byl předmět vyroben. Může se jednat o slonovinu, různé výrobky ze zubů, kostí, o kožešiny, kůže nebo lovecké trofeje. Častým podvodem je vydávání novodobé slonoviny za starožitnou nebo úpravy předmětů ze slonoviny tzv. zestařováním pomocí čaje, kouře či různých chemických látek. Také mnoho loveckých trofejí v ČR pochází z čerstvě upytlačených zvířat a jsou falešně deklarovány jako desítky let staré vycpaniny. Ověření stáří napomáhá takové případy odhalit.



*Slonovina zajištěná v rámci vyšetřování obchodu se „starožitnostmi“ (foto Pavla Říhová).*

Radiouhlíkové analýzy slouží k datování zbytků (lidských, živočišných i rostlinných) a využívají se v archeologii i v kriminalistice. Další využití je např. pro ověření původu vín, přírodního původu kosmetiky či různých složek biopaliv v naftě.

### 9.1. Princip metody

Metoda radiouhlíkového datování je založena na koloběhu uhlíku  $^{14}\text{C}$  v prostředí a jeho ukládání v tkáních organismů. Autor metody za svůj výzkum dostal Nobelovu cenu za chemii.

Uhlík  $^{14}\text{C}$  je součástí všech složek biosféry, do níž se dostává z kosmického záření. Živočichové a rostliny tento uhlík absorbují a ukládají ve svých tkáních. Po smrti se tento proces zastavuje, uhlík  $^{14}\text{C}$  přestává být absorbován a ubývá v důsledku radioaktivní přeměny s poločasem  $5740 \pm 40$  let. Změřením zbytkového množství  $^{14}\text{C}$  je tedy možné stanovit čas, který od smrti předmětného organismu uplynul. Za 10 poločasů uhlík zcela vymizí, teoretický dosah datování je tedy 57 000 let.

Na uhlíkový koloběh mohou mít vliv různé přírodní faktory (uvolňování oxidu uhličitého z oceánů, sopečná činnost) i umělé faktory (jaderné testy, spalování fosilních paliv...). Tyto procesy se odrážejí na radiouhlíkových kalibračních křivkách a vedou k tomu, že v některých obdobích může být metoda velmi přesná. Takovým obdobím je například druhá polovina 20. století, kdy se na kalibračních

křivkách objevuje tzv. **bombový pík**. V letech 1950-1963 docházelo k rozsáhlému testování atmosférických jaderných zbraní, které změnilo poměry izotopů v prostředí a v tkáních živočichů a rostlin po celém světě. Aktivita  $^{14}\text{C}$  byla díky jaderným testům silně zvýšena, po ukončení testování pak postupně klesala (v současnosti již klesl obsah  $^{14}\text{C}$  na úroveň „před-atomového“ stavu). Pomocí mimořádně strmého bombového píku je možné datování výrazně zpřesnit, problematické je ale datování vzorků z období před a po, které v důsledku kolísání kalibrační křivky poskytuje jen široký časový interval.

K vyhodnocení měření je třeba používat **kalibrační křivky**, které zohledňují kolísání kosmogenní produkce uhlíku a jeho koncentrace v živých organismech. Tyto křivky se liší pro severní a jižní polokouli, pro suchozemské a mořské živočichy ad. Pro období jaderných testů existuje 5 kalibračních zón (na severní polokouli probíhalo více testů jaderných zbraní, proto je zde distribuce uhlíku  $^{14}\text{C}$  více diverzifikovaná).

Dříve bylo měření radiouhlíku v ČR prováděno konvenčním způsobem pomocí počítání radioaktivních přeměn. Šlo o časově náročný postup (mnoho dnů měření) a bylo zapotřebí odebrání velkého množství vzorku (u dřeva 15 g, u kosti 70 g).

V současné době je využívána metoda urychlovačové hmotnostní spektrometrie AMS (**Accelerator Mass Spectrometry**), která je založena na přímém počítání iontů uhlíku. Metoda je mnohem méně časově náročná a vyžaduje i menší množství vzorku. Její nevýhodou je však technologická náročnost a vysoká cena přístrojového vybavení. Jediný přístroj AMS v ČR je v Ústavu jaderné fyziky Akademie věd ČR v Řeži (spektrometr AMS MILEA - Multi Isotope Low Energy Accelerator Mass Spectrometry, od švýcarské firmy Ionplus).



Urychlovačový hmotnostní spektrometr AMS MILEA (foto Ústav jaderné fyziky, AV ČR).

## 9.2. Vzorky

Datovat lze tkáň obsahující dostatečné množství stabilní, nekontaminované sloučeniny jako je například **kolagen, keratin a další** - například kosti, slonovinu, rohovinu, zuby, nehty, kůži, vlasy, srst, peří, pyly, rostliny, dřevo (i zuhelnatělé), semena, ulity, rašelinu...

Radiouhlíkové datování je invazivní metoda, která vyžaduje odběr vzorku ze zkoumaného předmětu, jde však o poměrně malé množství, které může být odebráno z méně viditelného místa (důležité např. u slonoviny). Odebraný vzorek je následně zpracován – je z něj izolován kolagen, který se grafinizuje atd. Reálný výtěžek kolagenu je faktorem, který ovlivní následnou úspěšnost analýzy. Např. čerstvá kost obsahuje zhruba 22 % kolagenu (cca 220 mg/g). S postupným vysycháním kostí obsah kolagenu klesá a zcela vyschlé kosti s výtěžkem 0,5 - 1 % kolagenu jsou již pro radiouhlíkovou analýzu nepoužitelné.

Pro datování jsou nejvhodnější tzv. **chronologické tkáně**, které časem postupně přirůstají (zuby, drápy, kosti, zobáky...). Je však třeba znát, jakým způsobem tyto tkáně přirůstají a jak jsou tedy v okamžiku smrti živočicha asi staré, viz dále. Např. zuby se po prořezání prakticky přestávají obnovovat, takže jejich stáří odpovídá většinou mladšímu věku živočicha. Oproti tomu kosti se s různou intenzitou obnovují po celý život, tato intenzita závisí na mnoha parametrech. Velmi pomalu narůstají a obnovují se lebky či stehenní kosti, rychleji se obnovují žebra, spánkové či hrudní kosti. U starších jedinců déle žijících druhů živočichů může doba utvoření kostního kolagenu v některých kostech předcházet době smrti až o desítky let. Rychle se obnovující tkáně jsou např. chlupy či drápy, u nichž lze předpokládat, že jejich stáří se blíží době smrti jedince.

Pro správné datování je důležitá znalost přírůstkových linií, respektive způsobu, jakým dané tkáňe přirůstají a přibližně jak rychle. U sloních klů se nejstarší část slonoviny nachází na špičce klu, nejmladší pak u jeho báze. Obvyklý roční přírůstek klu je 10-14 cm/rok, rozdíl v dataci mezi špičkou a bází klu tedy 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.

Nosorožčí rohy rovněž přirůstají od báze, nejmladší část rohu se nachází u jeho báze uprostřed. Želví šupiny přirůstají od středu, jejich nejstarší část je proto na okrajích. U luskouních šupin se i přes rozsáhlé testování zatím nepodařilo zjistit přesnou chronologii přirůstání. Výsledky naznačují, že nejstarší část je patrně střed báze šupin.

## Odběr vzorků pro datování

Vzorky pro radiouhlíkové datování je **nevhodné dávat do obalů obsahujících uhlík**, tj. nesmí se dávat do papírových obálek (kontaminace od papírových vláken). Ideální je umístit je do plastových uzavíratelných sáčků, čtverečků z alobalu či skleněných zkumavek/vialek.

### Pevné vzorky (kosti, slonovina, rohovina...)

Minimální množství odebrané tvrdé tkáňe je **100 mg materiálu**. Pokud je to možné, je lepší odebrat materiálu více (200 mg).

Vzorky se obvykle odebírají **navrtáním**, případně lze použít minibrusku k odříznutí menšího kousku (odběr skalpelem se nedoporučuje - jde to velmi obtížně, hrozí riziko zranění a zanechané otvory na předmětu jsou značně viditelné). Slonovina je velmi tvrdý materiál a musí se vrtat pomalu, což trvá velmi dlouho. Je proto vhodnější, když vzorky odebírá sama laboratoř.



Vrtání vzorku slonoviny (foto Zdeněk Novák).

V případě předmětů ze slonoviny se vzorek **odebírám obvykle z báze**, aby způsobený otvor nebyl příliš viditelný. Vzorek by měl vážit cca 100-200 mg (v krajním případě se lze pokusit datovat i 20-50 mg, úspěšnost analýzy však není zaručena). Kly či větší předměty je vhodné, pokud je to možné, vzorkovat v podélném směru na 2 místech (viz výše – růst klu). Vzorky nosorožčích rohů by měly být odebírány u báze rohu, zhruba uprostřed.



Odběr vzorků z nosorožčího rohu (foto Pavla Říhová).



Někdy je možné vzorek odebrat i odříznutím malé části předmětu pomocí minibrusky (foto Zdeněk Novák).

Před vrtáním je třeba vrták očistit lihem. Předmět se pokládá na pevný povrch pokrytý nejlépe alobalem (nedrží prach) nebo plastem, nesmí se pokládat na papír, který by vzorek kontaminoval vlákny. Pod vrtaný otvor je vhodné položit menší čtvereček alobalu, na nějž padá odvrtný materiál. Samotné vrtání je nutno provádět velmi pomalu, aby se materiál nezahřívá a nedošlo k tepelnému poškození datovatelné chemické formy (např. kolagenu). Množství materiálu se průběžně odvažuje na miniváze,



po dosažení 100 mg (v lepším případě 200 mg) se okraje alobalu ohnou a materiál se sesype do plastového sáčku či plastové nebo skleněné odběrovky (do větší nádoby lze příp. vložit i celý zabalený čtvereček alobalu se vzorkem). Použitý čtvereček alobalu se vyhazuje a na další vzorek je nutno použít nový.

K upřesnění datování většinou nepomáhá zkombinování vzorků zub-kost, takže duplicitní odběry vzorků zubu a kostí od téhož jedince jsou nadbytečné.

### **Chlupy**

U loveckých trofejí, taxidermických preparátů a kožešin se jedná o nejméně invazivní a často jediný možný odběr (zvláště u vycpanin celých zvířat obvykle není možné bez poškození preparátu odebrat vzorek vypreparované kůže). Minimální odebrané množství chlupů je **7 mg**, opět je však vhodné odebrat, pokud možno, větší vzorek.

Z hlediska radiouhlíkového datování nezáleží na místě těla, odkud jsou chlupy odebírány, a je tudíž nadbytečné odebírat více vzorků z různých částí těla. Odběry z více míst těla je však třeba zvážit s ohledem na možnost tzv. fake taxidermy, tj. že finální preparát může být zhotoven z více jedinců (poměrně častá praxe při preparování zvířat).

Při odběru je doporučeno upřednostnit **co nejdelší chlupy** (manipulace s nimi je výrazně jednodušší) a **skladovat je v obálce z alobalu** (přeložený čtvereček alobalu). S chlupy umístěnými v plastových sáčkích jde velice obtížně manipulovat díky silnému působení statické elektřiny, při takovém skladování dochází ke značným ztrátám materiálu.

Chlupy jakožto rychle obnovující se tkáň se svým stářím blíží okamžiku smrti zvířete. Datování páru vzorků zub-chlup nebo kost-chlup může proto pomoci zpřesnit datování tvrdých tkání. Z tohoto důvodu lze doporučit, pokud je to možné, ke vzorku tvrdé tkáně (zub nebo kost) ideálně odebrat i vzorek chlupů předmětného jedince. Tato kombinace ve většině případů pomůže vyřešit dvojznačnost radiouhlíkového datování pomocí bombového píku.

## **9.3. Kontaminace, narušení analýzy**

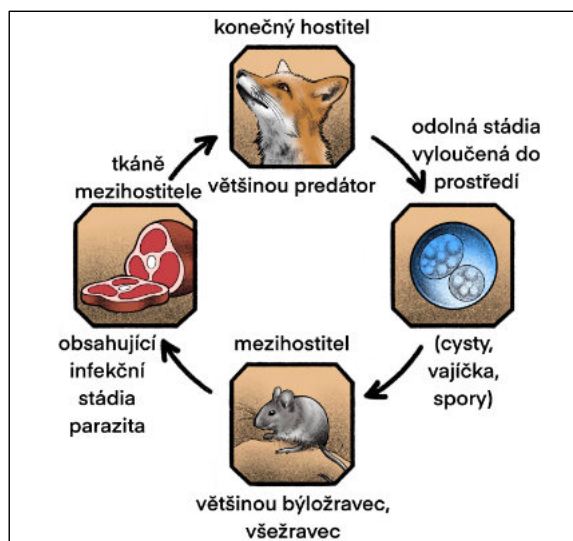
Vzorek je možné kontaminovat kontaktem s čímkoli, co obsahuje uhlík (např. papírová vlákna obsahují uhlík, proto je nevhodné skladování vzorku v papírové obálce). Při analýze také nejde odstranit tzv. kostní klíž (obsahuje kolagen), proto předměty ošetřené kostním klihem nejdou datovat. Problematické může být datování kůží taxidermicky zpracovaných pomocí chromového činění nebo datování peří ošetřené konzervačními látkami na bázi arsenu. K odhalení případné rušivé kontaminace lze využít FTIR spektrometr a následně adekvátně upravit postup chemické přípravy vzorku.

Dotyk lidské ruky při radiouhlíkové analýze není z hlediska kontaminace zásadní. Vzorky jsou před analýzou mechanicky povrchově čištěny, čímž se případná rezidua odstraní. Přesto je vhodnější se vzorku při manipulaci raději nedotýkat.

V ČR bylo odhaleno několik případů obchodu se slonovinou, která byla vydávána za starožitnou. Jedním z důkazů, že se nejedná o skutečné starožitnosti, bylo i radiouhlíkové datování. U řady předmětů obžalovaní předložili posudky znalců z oboru posuzování starožitností, které starožitný původ slonoviny potvrzovaly. Radiouhlíková analýza však u 25 z celkem 43 analyzovaných předmětů prokázala, že tyto posudky byly mylné a jednalo se o slonovinu novodobou, tj. 58,7 % posudků z oboru posuzování starožitností neodpovídalo realitě. Z toho celkem jasně vyplývá, že posouzení stáří slonoviny znalcem z oboru posuzování starožitností je zcela nespolehlivé.

## 10. Parazitologie

Detekce parazitů a patogenů může být inovativním nástrojem pro prokazování trestné činnosti související s obchodem s volně žijícími živočichy. Hlavním cílem tohoto typu analýz je rozlišení, zda daný jedinec pochází z chovu v zajetí či z volné přírody. Základním předpokladem pro využití parazitologie při forenzním dokazování je skutečnost, že paraziti mohou být specifictí pro určité hostitelské druhy nebo pro geografickou oblast či životní prostředí, kde jejich hostitelé žijí.



Obecný životní cyklus vícehostitelského parazita (kresba David Říha).

Pro forenzní účely jsou vhodní především paraziti, kteří mají složité životní (vývojové) cykly, jež vyžadují přítomnost jednoho či více mezihostitelů nebo krevsajícího členovce vystupujícího v roli přenašeče. Geografické rozšíření těchto **vícehostitelských parazitů** je také často vázáno na konkrétní oblast, prostředí a podmínky. Z tohoto důvodu není jejich přenos možný či pravděpodobný v chovných zařízeních, zejména pokud jsou tyto chovy provozovány mimo areál výskytu daného druhu zvířete, nebo se jedná o uzavřené vnitřní chovy. Nález příslušných hostitelsky nebo geograficky specifických parazitů je v takovém případě možné využít jako podpůrný důkaz o původu zkoumaného zvířete z volné přírody.

### 10.1. Definice pojmu parazit

Termín „parazit“ označuje obecně různé druhy organismů, které žijí v jiných organismech či na jejich povrchu. V nejširším možném biologickém pojetí (*sensu lato*) jsou za parazity považovány všechny viry, některé bakterie, houby a praví parazité. V obecné rovině nemusí být hostitelem pouze živočich, ale i rostlina (či jiný organismus). V humánní a veterinární medicíně se však pracuje pouze s živočichy, jakožto potenciálními hostiteli. V tomto pojetí jsou za parazity považováni pouze tzv. **praví parazité** (*sensu stricto*) ze tří definovaných skupin:

- jednobuněční prvoci (např. kokcidie, mnozí krevní paraziti);
- helminti (parazitičtí červi, např. škrkavky, motolice, tasemnice);
- členovci (hmyz jako např. vši a blechy, roztoči včetně klíšťat).

Parazity lze rozdělit na **ektoparazity** neboli **vnější parazity** nacházející se na povrchu těla zvířat (na kůži, chlupech či peří) a na **endoparazity** neboli **vnitřní parazity**, kteří se nachází uvnitř těla (zejména v zažívací a dýchací soustavě, v krvi, v podkoží či v dalších tkáních). Mezi vnější parazity patří zejména různí členovci (roztoči, hmyz, korýši), u ryb pijavice a žábrolísti. Mezi vnitřní parazity řadíme různé prvoky a helminty (tasemnice, motolice, hlístice), z členovců pak např. jazyčnatky.

Paraziti mohou být velmi malí (několik mikrometrů u jednobuněčných prvoků) i poměrně velcí (několikametrové tasemnice). Většina z nich se živí tkáněmi či tekutinami svých hostitelů, krevsající paraziti mohou na hostitele přenášet i původce různých onemocnění. Ve volné přírodě jsou paraziti přítomní téměř ve všech volně žijících zvířatech. Nejčastěji jde o červy v zažívacím traktu, játrech a plicích, velmi běžní jsou i vnější paraziti, např. vši a všenky a různí roztoči. Nízké zamoření parazity obvykle nemá na hostitele závažnější negativní dopad, vysoká míra napadení však může zvíře zdravotně poškozovat a způsobit až jeho úhyn.

## 10.2. Odběry parazitologických vzorků

Metodiku odběru lze rozdělit podle typu zkoumaného materiálu i podle skupin zkoumaných parazitů (viz dále). Odlišný bude přístup k živému či čerstvě uhynulému zvířeti, jinak probíhá odběr parazitů z kůží, peří a preparovaných jedinců (např. vycpanin) nebo různých živočišných produktů (masa a dalších orgánů).

U zajištěných živých zvířat je odběr biologických vzorků součástí vstupní klinické diagnostiky při předání do záchraného centra. V případě potřeby forenzního parazitologického zkoumání je nutno se předem domluvit na odběru potřebných vzorků, jejich správném uchování a předání na parazitologické pracoviště, jež má zkušenosti s tímto typem analýz.

V případě uhynulých zvířat je možné potřebné vzorky odebrat v rámci pitvy či ohledání. Pokud se jedná o dovážená zvířata, má klíčový význam i kontrola přepravních obalů. Ty mohou obsahovat zbytky trusu, kožních derivátů (srst, peří, plazi svlečky) a v neposlední řadě i odpadlé ektoparazity, např. klíšťata, blechy, vši. Přepravní obaly by proto měly být důkladně prohlédnuty včetně rohů a skulin.

### Paraziti z povrchu těla (ektoparaziti)

Ektoparaziti patří k nejcennějším forezním nálezům, jejich přítomnost může být jedním z klíčových indikátorů původu zvířete z volné přírody. Většinu ektoparazitů lze zjistit makroskopickou kontrolou povrchu těla zvířete, k němuž je vhodné **využít lupu**. Živé zvíře musí být během prohlídky patřičně znehybněno (eliminace zranění zvířete či poranění vyšetřující osoby). Při prohlídce je třeba věnovat pozornost záhybům kůže, ušním otvorům a jejich okolí, zevním zvukovodům savců, okolí očí, zobáku, análního otvoru a genitálu. U želv je nezbytné zkontrolovat i prostor při bázi krku, končetin a ocasu, který je obvykle velmi těžko dostupný.

**Ektoparazity** lze z povrchu živých, mrtvých a v určitých případech i preparovaných zvířat odebrat jemnou pinzetou (klíšťata, vši, všenky, blechy), v případě drobnějších ektoparazitů pak seškrabem tkáně pomocí skalpelu/čepelky (zákožkovití roztoči aj.). Jsou-li paraziti pevně přichyceni na kožních derivátech, např. vši a všenky na srsti nebo všenky a péřoví roztoči na peří, lze odebrat vzorek i odstrižením chlupů nebo části per.



Dospělec klíštěte *Hyalomma aegyptium* na želvě řecké (foto Jana Bulantová).

Pro získání relevantních forezních důkazů jsou vhodná zejména **klíšťata**, protože až na několik výjimek mají vícehostitelský životní cyklus. Klíšťata se vyskytují u široké škály živočišných druhů, včetně savců, ptáků a plazů. Výjimečně se mohou vyskytovat také u obojživelníků, například u ropuch. Mezi klíšťata s forezním potenciálem patří například druh *Amblyomma latum* a *A. sparsum* vyskytující se na plazech z tropických oblastí, zejména Afriky. Dalšími druhy klíšťat s obdobným potenciálem jsou *A. helvolum* z asijských a australských plazů či *A. exornatum* z afrických plazů. Dalším typickým příkladem jsou dospělci klíštěte druhu *Hyalomma aegyptium* nacházení na suchozemských želvách (např. *Testudo graeca* and *T. marginata*) dovážených zejména z oblasti Středomoří.

Při odběru „zakouslých“ klíšťat je vhodné pokusit se o opatrné vyndání (např. viklavým pohybem) i s hlavičkou a „chobotkem“, kterým je klíště zakotveno v pokožce. I na této části těla se nachází identifikační znaky, s jejichž pomocí lze jednotlivé druhy klíšťat determinovat. V případě nasátých dospělých klíšťat se jedná o velké, snadno nalezitelné objekty. Nicméně z pohledu důkazního řízení jsou stejně tak důležitá i nenasátá klíšťata všech vývojových stádií (larva - nymfa - dospělec). Zejména

v případě nenasátých (nebo jen částečně nasátých) larev a nymf se jedná o velmi drobné objekty, jež jsou snadno přehlédnutelné nebo zaměnitelné s nečistotou. Z tohoto důvodu je nutné důkladně prohlédnout celý objekt, zvláště pozornost je třeba věnovat uším (vnějším zvukovodům), okolí očí (a zobáku u ptáků) a obecně oblastem těla, která jsou holá či méně zarostlá srstí či peřím.

U plazů by kromě hlavy (oči, „uši“, okolí tlamy) měla být věnována pozornost kožním záhybům v místě připojení končetin k tělu, u želv se mohou nacházet klíšata i v záhybech kůže pod krunýřem. Pečlivá prohlídka je nezbytná pro zajištění možných důkazů.



*Klíště Aponoma latum na kraji královské (foto Jana Bulantová).*



*Nymfa klíšete u zobáku červenky (foto Jana Bulantová).*



*Roztoči Psoroptes cuniculi (zákožkovci) v zevním zvukovodu králíka (foto Jana Bulantová).*

Kromě klíšat lze z kůže hostitele získat i další mnohem menší roztoče (např. zákožkovce, čmelíkovce, trudníky, zápeřníky, sametky apod.). Čmelíky lze sbírat individuálně, u ostatních skupin se využívá seškrab kůže pomocí skalpelu, čepelky apod., a to zejména v místech, kde kůže vykazuje známky kožního onemocnění typu svrabu a prašiviny (tedy je „olezlá“, strupovitá, vypelchaná a často i zesílená). Nicméně výše uvedené skupiny roztočů jsou obvykle pro důkazní řízení méně použitelné, protože mohou po zavlečení z volné přírody kolovat (až na některé výjimky) i mezi zvířaty v chovu.

Výjimkou jsou **sametky**, u nichž jsou parazitická pouze larvální stádia, zatímco ostatní vývojová stádia vyžadují specifické podmínky, jež chov v podmínkách ČR nenaplní. Larvy sametek jsou velmi malé (i v nasátém stavu pod 1 mm), mohou však na sebe upoutat pozornost naoranžovělou barvou. Nejčastěji se nacházejí ve vnějších zvukovodech, v záhybech mezi prsty, v záhybech kůže apod.



*Všenky v peří kosa černého (foto Jana Bulantová).*

Z ektoparazitického hmyzu se lze nejčastěji setkat s **vešmi**, **všenkami** a **blechami**, jejichž hostitelé jsou savci a ptáci. Na rozdíl od roztočů, včetně klíšat, mají tyto skupiny ektoparazitů (zejména pak blechy) tendenci opouštět mrtvá těla svých hostitelů či z nich opadávat. Proto se méně často vyskytují na preparovaných objektech, s výjimkou všenek u ptáků. Pro odběr je nejlepší použít pinzetu. Místa na těle, kde lze tento typ parazitů nalézt, nejsou tak jednoznačně definována jako u klíšat. Zejména všenky u ptáků se nacházejí

v peří skoro po celém těle. Pro determinaci pomocí analýzy DNA lze využít i vajíčka (hnidy) na chlupcích nebo perech. Nicméně vši, všenky a blechy jsou rovněž méně využitelné pro důkazní řízení, protože mohou (alespoň dočasně) kolovat i mezi chovanými zvířaty stejného druhu. U vší a všenek však platí vysoká hostitelská specifita, takže jejich přechod z jednoho druhu hostitele na jiný druh je velmi nepravděpodobný až nemožný.

U ryb je pro forenzní účely možné s určitým omezením využít ektoparazitické korýše (kapřivce, buchanky apod.), případně zástupce pijavic a žábrolístů (jednorodí Monogenea). Tyto organismy sice mohou být přítomny i na rybách z lokálních chovů, nikoli však na rybách z chovů evropských. Pro odběr je nejlepší použít pinzetu.

Využití larev much (jak je běžné ve forenzní entomologii) je pro rozlišení geografického původu zvířete značně omezené - teoreticky by jej šlo použít např. pro dokazování původu kadáverů dovezených na naše území. Pro odběr larev much se nejlépe hodí pinzeta.

### Odběr ektoparazitů

- Odběr pomocí jemné pinzety, odstřížením pera či chlupů, seškrabem skalpelem...
- U mrtvých zvířat neodebírat hmyz, který napadá tělo posmrtně (mouchy, červi, brouci). Sbírat pouze zjevné vnější parazity (klíšťaťata, vši, blechy atd.).
- Sebrané parazity umístit do dobře uzavíratelných plastových nádobek s 96% ethanolem (nikoli denaturovaným). Objem ethanolu v nádobě by měl být minimálně pětinasobně, ideálně však desetinasobně větší než objem odebraného a fixovaného materiálu. Vysoká koncentrace ethanolu a absence denaturačních činidel je důležitá pro následnou extrakci DNA.
- Odebraný materiál v ethanolu následně skladovat v chladničce (cca +4°C), případně v zamrazeném stavu. Při dlouhodobém skladování v pokojové teplotě se snižuje kvalita následně extrahované DNA.

Vysoká koncentrace lihu (96 %) může v některých případech způsobit odvodnění těl parazitů, což může vést k jejich částečné deformaci. Tento jev může komplikovat morfologické určení, které je však u parazitů méně podstatné. V současné době je využívanější metodou determinace analýza DNA.

Při popisu odebraných vzorků je nutno pamatovat na vlastnosti lihu, který (při náhodném vylití či netěsnosti nádob) může smýt popis nádoby (viz kapitola Zajišťování důkazů). Lihové popisovače či kuličková pera jsou proto nevhodná; je lepší použít jiný typ popisovačů, který není citlivý na lih, např. na bázi tuhy, pigmentu, laková pera apod.

### **Paraziti uvnitř těla (endoparaziti)**

Základní technikou používanou pro detekci endoparazitů je **analýza trusu zvířat**, kterou lze provést neinvazivním způsobem. Zejména střevní a částečně i plicní endoparazity lze detekovat na základě nálezů cyst, vajíček a spor ve stolici zvířete. Jedná se o různé prvoky a helminty (červy), z členovců pak např. o jazyčnatky. Někteří tito paraziti mají vícehostitelské vývojové cykly, což znamená, že nemohou být šířeni v podmínkách místního chovu, a mají proto vysokou důkazní hodnotu. Vajíčka a cysty mohou být determinovány morfologicky (pomocí mikroskopu) nebo genetickou analýzou.

### Odběr trusu

- Čerstvý trus (před jeho vyschnutím) se sbírá pomocí sterilního nástroje do plastového zip sáčku nebo do uzavíratelné plastové nádoby.
- Je nutné ztotožnit vzorek s příslušným jedincem.
- V případě většího objemu trusu stačí odebrat vzorek o velikosti cca lískového ořechu, u fragmentované stolice (bobky) je vhodnější udělat směsný vzorek (od jednoho ztotožněného jedince) z více kusů.

- Ideální je skladování vzorků v zamrazeném stavu, méně vhodné je skladování v 96% ethanolu (platí stejná doporučení, jako v případě ektoparazitů).

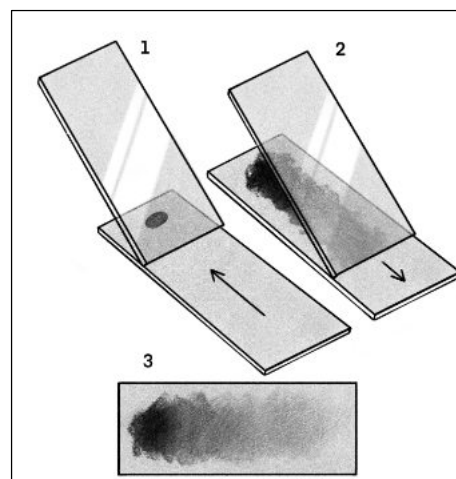
Relativně snadno dostupným biologickým materiálem je **krev**. Obvykle je u živých zvířat odebírána jako součást klinické diagnostiky (odběr provádí veterinář). Lze se však setkat i s krví vytékající, sraženou, případně s krví znečištěnými a nasáklými látkami či jiným materiálem. I takové vzorky mohou být parazitologicky vyšetřeny.

Vzorky krve mohou být z hlediska důkazního řízení velmi cenné. V případě nálezů **krevních parazitů** (ať již prvoků nebo krevních filarií) se téměř vždy jedná o vícehostitelské organismy, které nemohou být šířeny a přenášeny v podmínkách místního chovu.

### Odběr krve

- Odebírat do plastové nádoby.
- Vzorky čerstvé i sražené krve uchovávat v zamrazeném stavu, nebo v 96% ethanolu (platí stejná doporučení jako v případě ektoparazitů).
- Pokud je krev čerstvá a nesražená, je vhodné zhotovit tzv. **krevní roztěr** - rozetřít kapku krve po mikroskopickém podložním sklíčku a nechat zaschnout.

*Postup při krevním roztěru na sklíčko (kresba David Říha).*



Odběry endoparazitů z **vnitřních orgánů, tkání či podkoží** jsou invazivního charakteru a musí být prováděny veterinárním lékařem, ať již se jedná o živá zvířata, či odběry v průběhu pitvy, či ohledání uhynulého zvířete.

Paraziti se mohou nacházet pod kůží, což se většinou projevuje různě velkým zduřením s pevným nebo měkkým obsahem. Obvykle jde o larvální stádia helmintů, která mohou být jednou z klíčových indikací původu zvířete z volné přírody. Parazity z takovýchto povrchových zduření vyjme veterinární lékař po jemném nastřížení kůže a vybavení obsahu léze. Odstranění helminti nebo jejich části se uchovávají v 96% ethanolu.

Při pitvě mohou být zjištěni i velcí endoparaziti, zejména jaterní (např. jaterní motolice) a střevní (tasemnice). Ve specifických případech, kdy lze např. během pitvy odebrat jednotlivé tkáně či orgány, je ideální jejich skladování v zamrazeném stavu v plastových zip sáčkách.

### Odběr vzorků orgánů, tkání aj.

- Odběr provádět pomocí sterilního skalpelu či pinzety.
- Vzorky umístit do plastových zip sáčků či zkumavek (dle typu vzorku).
- Uchovávat v 96% ethanolu, nebo v mrazáku při -20°C.

**POZOR** - fixování tkání v 10% formalínu (= 4% formaldehyd) používané pro případné histologické vyšetření tkání znemožní determinaci parazitů pomocí molekulárně biologických postupů.

### 10.3. Možné komplikace při využití parazitů pro forenzní dokazování

Využití parazitů jako forenzního důkazu nelegálních aktivit, např. pašování, se zaměřuje především na hostitelsky specifické parazity. Přítomnost těchto parazitů v odebraných vzorcích může spojit zkoumané zvíře s určitou geografickou oblastí, resp. prokázat, že exemplář nepochází z chovu v zajetí, ale z volné přírody. Forenzní využití však úzce souvisí s řádnou interpretací získaných dat.

Je důležité si uvědomit, že existují určitá omezení, která mohou komplikovat přímé použití parazitů jako důkazního prostředku. Například pokud jsou **zvířata legálně chována v oblastech jejich přirozeného výskytu** (nebo obecně v tropických a subtropických oblastech), mohou se u nich vyskytovat příslušní hostitelsky či geograficky specifictí paraziti (respektive tuto možnost nelze vyloučit). Důvodem je skutečnost, že takové chovy nemohou být zcela izolovány od okolního prostředí a dochází např. k průniku krevsajících členovců (tedy přenašečů krevních parazitů). Může docházet i k průniku mezihostitelů či definitivních hostitelů do chovného zařízení. Prostřednictvím trusu tyto mohou po areálu chovu rozšiřovat infekční stádia parazitů - cysty, spory či vajíčka, která jsou pak náhodně požitena chovanými jedinci. Pokud jsou zvířata z takových chovů (např. farmové chovy plazů v areálových zemích) následně obchodována a dovážena do Evropy, přítomnost určitých parazitů nevyovídá o původu z volné přírody, ale pouze o původu z dané geografické oblasti.

Další komplikací může být **rozšíření parazitů z dovezeného zvířete** (ať již legální či nelegální cestou) **na ostatní zvířata v chovu** na území ČR či jinde v Evropě. Situace je velmi specifická a vyžaduje individuální posouzení zkušeným parazitologem. V případě, že se jedná o vícestitelské parazity využívající specifické mezihostitele nebo přenašeče, je přenos na ostatní zvířata v chovu velmi nepravděpodobný, v některých případech zcela nemožný. V případě jednohostitelských parazitů však nelze tuto možnost vyloučit. Opět je ale nutné individuální posouzení, protože v některých případech vyžadují i jednohostitelské paraziti specifické podmínky prostředí, které jim chov nezajistí. Komplikace mohou nastat i u některých ektoparazitických členovců, zejména u klíšťat a dalších roztočů. Opět je nutné individuální posouzení, protože zatímco u některých druhů je výjimečně možné šíření v chovu, či přesun z hostitele na hostitele, u jiných druhů je to nepravděpodobné až nemožné.

### 10.4. Identifikace parazitů

Odebrané vzorky musí být předány na odborné parazitologické pracoviště, kde následuje laboratorní analýza za účelem detekce, identifikace a determinace parazitů, což může zahrnovat techniky jako je analýza DNA, mikroskopie aj.

Výstupem laboratorních analýz by měla být mimo jiné i tvorba národní databáze, ideálně však spíše zapojení do databází mezinárodních, které napomohou budoucímu vyhodnocování parazitologických vzorků a jejich využívání v důkazním řízení. U některých skupin zvířat (např. u ptáků) jsou již formou databází zpracovány genetické linie parazitů, jiné skupiny jsou z tohoto pohledu zatím spíše neprozkoumány.

Je nutno upozornit, že v České republice doposud není pracoviště, které by se zabývalo parazitologickými analýzami z forenzního hlediska, resp. mělo zkušenosti s tímto typem zkoumání. V případě potřeby parazitologického posudku je tedy nutné oslovit odborná parazitologická pracoviště akademického typu, nejlépe se zkušenostmi s exotickými druhy parazitů.

## 11. Forezní entomologie

Forezní entomologie využívá znalostí o hmyzu, jeho vývojových cyklech a degračních procesech probíhajících u mrtvých těl k získání informací relevantních pro trestní řízení. Tato specializace je obvykle používána při objasňování úmrtí lidí, ale obdobně může být využita i v případech wildlife kriminality či v případech týrání zvířat.

Rozklad organické hmoty je přirozený proces, který probíhá dle určitých zákonitostí. Mrtvá těla člověka či zvířat jsou po smrti kolonizována různými druhy hmyzu, který postupně prochází vývojovými stádii. Druhové spektrum hmyzu se liší dle prostředí, kde k rozkladu dochází (např. mouchy bzučivky jsou typickým nadzemním hmyzem, jiné druhy preferují podzemní prostředí, zahrabávají se a kolonizují zakopaná či zakrytá těla (typickou ukázkou je *Megaselia scalaris* tzv. „moucha z rakve“) apod.).

Znalost entomologie a průběhu degračního procesu umožňuje stanovit délku doby mezi smrtí jedince a nálezem jeho těla (tzv. **post mortem interval**), ověřit místo smrti, příp. prokázat manipulaci s tělem, či objasnit další okolnosti důležité pro vyšetřování.



Rychlost procesu rozkladu závisí na mnoha faktorech - na ročním období, teplotě, délce světelné části dne, souhrnu srážek a vlhkosti prostředí, na biotopu ad. Tyto faktory ovlivňují druhy hmyzu, které se na degradaci těla budou podílet, a jejich četnost. Obecně nejrychleji proces probíhá koncem jara a v létě, kdy panují vyšší teploty. Za optimálních podmínek může k rozkladu a značnému úbytku měkkých tkání dojít velice rychle (během 1-2 týdnů). Mnoho druhů hmyzu však aktivuje i během chladných období roku, byť jejich vývojové cykly se v chladu prodlužují.

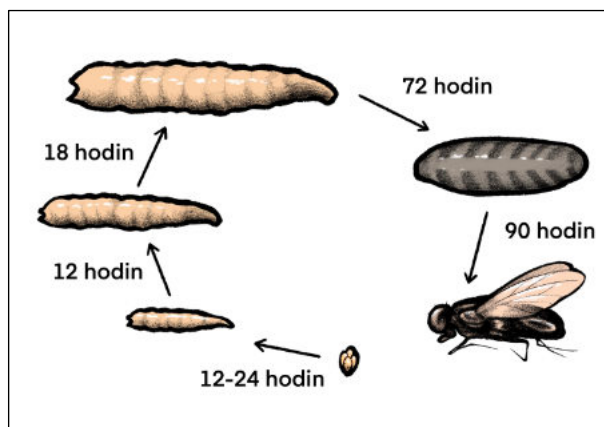
V podmínkách střední Evropy lze post mortem interval pro prvních 3-6 týdnů po smrti jedince zpravidla stanovit s přesností na jeden den. S postupem doby přesnost klesá. Entomologie však zůstává nejpřesnější metodou, která umožňuje stanovit přibližnou dobu smrti, pokud uplynulo více než 72 hodin.

*Kadáver vlka v pokročilejším stádiu rozkladu (foto Jan Koranda).*

### 11.1. Stanovení doby kolonizace

Forezní entomolog v zásadě nestanovuje dobu smrti jedince, ale pomocí analýzy hmyzu odebraného z mrtvého těla a jeho okolí stanovuje **dobu, po kterou probíhala kolonizace mrtvého těla**. Přítomnost hmyzu na rozkládajících se tělech závisí na potravních vztazích, ekologii konkrétních druhů a probíhá dle určitého časového schématu. Základem analýzy je znalost délky vývojových cyklů jednotlivých druhů hmyzu a zákonitostí jejich sukcese. Průběh kolonizace je předvídatelný pro různé typy prostředí.

Odchytky od standardního průběhu naznačují, že mohlo dojít k nějakému vnějšímu zásahu, např. k přesunu kadáveru, jeho zabalení, dodatečnému zakopání, nebo naopak vyhrabání těla zvířaty, k použití chemikálií apod.



*Časové schéma vývoje různých stadií mouchy bzučivky na zvířecím kadáveru při 21°C (kresba David Říha).*



Při stanovení post mortem intervalu je nutno zohlednit i skutečnost, že doba smrti a začátek kolonizace se nemusí vždy shodovat. V zásadě mohou nastat 3 situace:

- V době smrti má jedinec na těle krvácivá traumata, otevřené rány, přítomny jsou exkrementy nebo zvratky. Za takové situace je do okolí uvolňováno aroma, které hmyz silně láká. Určité druhy reagují prakticky okamžitě, doba kolonizace pak odpovídá době smrti, nebo je rozdíl jen minimální.
- Tělo je v době smrti nedotčené (smrt mohla nastat z přirozených příčin, udušením, otravou apod.). Na počátku není do okolí uvolňováno žádné aroma, atraktantem pro hmyz jsou až plyny vzniklé bakteriálním rozkladem, který začíná v trávicí soustavě. Rozdíl mezi smrtí jedince a první kolonizací hmyzem tak může v závislosti na teplotě činit několik hodin až dnů.
- Hmyz kolonizuje tělo ještě žijícího jedince, doba kolonizace tak trvá déle než samotný post mortem interval (může být delší i o několik dnů). Tyto případy jsou časté u jedinců, kteří umírají delší dobu a jsou omezeni anebo neschopni pohybu, např. podvyživená a týraná zvířata uzavřená v klecích, ve výběžích, přežívající ve vlastních exkrementech, s nekrotickými ranami na těle anebo žijící v prostoru s již uhynulými zvířaty.



Bzučivky rodu *Lucilia* bývají mezi prvními kolonizátory, kladou vajíčka do otevřených ran a na přístupné sliznice (foto Hana Šuláková).

## 11.2. Průběh rozkladu

Různé druhy hmyzu se na kadáverech nevyskytují současně, ale kolonizují je postupně v tzv. sukcesních vlnách. V oblastech mírného pásu se zpravidla rozlišuje 6 stadií (při rozkladu těla ve volném prostředí):

### 1. čerstvé tělo

Na těle ještě nejsou viditelné známky rozkladu. Pro tuto fázi jsou typické dvě skupiny bezobratlých - blanokřídilý hmyz (vosy a mravenci) se živí přímo tkáněmi, na mrtvém těle většinou setrvá jen po dobu krmení a následně ho opouští. Kriminalisticky tato skupina nemá význam.

Velmi významné jsou však **mouchy z čeledi bzučivkovití**, které jsou prvními kolonizátory. Pro forenzně entomologickou analýzu jsou relevantní nekrofágní druhy s typickým kovovým leskem těla (cca 13 druhů). Nejčastěji se jedná o zelené bzučivky rodu *Lucilia* či modré rodu *Calliphora*. Na jednom kadáveru se obvykle vyvíjí 2-5 druhů současně. Dospělé bzučivky jsou přilákány pachem krve a výměšků, které mohou cítit až na několik km. Přilétají často během několika minut a začínají klást vajíčka. Časová prodleva mezi přiletem prvních dospělých much a nakladením prvních vajíček je minimální.

Nekrofágní larvy nejsou schopné pronikat přes neporušenou kůži, samičky proto kladou vajíčka



Larvy II. a III. instaru much bzučivek (*Calliphoridae*) na zvířecím kadáveru (foto Hana Šuláková).

do otevřených ran, na sliznice a kolem přirozených tělních otvorů (oči, nos, tlama, uši, oblast genitálií a řitního otvoru).

K porušení kůže těla může postupně dojít díky aktivitě plžů, především plzáků (*Arionidae*), hlavně na místech, kde tělo přiléhá k zemi. Bzučivky poté vyhledávají a využívají ke kladení i tato narušená místa.

## **2. nadmuté tělo**

Tělo je ještě vcelku, ale vydává silný zápach. V trávicím traktu probíhá bakteriální rozklad a vznikají rozkladné plyny lákající další skupiny kolonizujícího hmyzu. V létě při vysokých teplotách tento stav může nastat do několika hodin. Na uvolňované plyny reagují bzučivky, mouchy z čeledi masařkovití (*Sarcophagidae*), mouchovití (rod *Muscina*) a objevují se i první druhy brouků, nejčastěji mrchožroutovití (*Silphidae*). Pro forenzní praxi je nejvýznamnější mrchožrout pobřežní (*Necrodes littoralis*), jehož larvy se na mrtvých tělech vyskytují velmi často a v hojném počtu. Další typickou skupinou jsou blanokřídlí, např. chalcidky, lumci a lumčici.

Po určité době dochází k zežloutnutí vegetace pod tělem z důvodu ztráty chlorofylu a rostliny začnou postupně hnít. Do tzv. lože mrtvolky také pronikají z těla tekutiny bohaté na organické látky. Z těchto důvodů se k tělu slézají žížaly (v letních měsících dospělci přilézají cca do 3.-4. týdne, juvenilní žížaly pak lze pozorovat zhruba od měsíce).



Larvy mrchožrouta pobřežního (*Necrodes littoralis*) na zvířecím kadáveru (foto Hana Šuláková).

## **3. biochemicky aktivní rozklad**

Probíhá aktivní rozklad, tělo silně zapáchá, přítomna je vysoká aktivita hmyzu. Dochází ke ztekucování tkání v důsledku biochemických procesů. Při tzv. zmýdelnění tuků vznikají těžké mastné kyseliny (především zapáchající kyselina máselná), které lákají mouchy rodu *Hydrotaea*. Tyto mouchy nekladou vajíčka přímo na tělo, ale obvykle pod něj do lože mrtvolky. Dochází rovněž k fermentaci proteinů, při níž vznikají látky připomínající pachem zrající sýr. Tento pach láká např. mušky z čeledi sýrohlodkovití (*Piophilidae*). Z brouků se objevují např. kožojedovití (*Dermestidae*) a drabčíkovití (*Staphylinidae*).

## **4. pokročilý rozklad**

Tělo vydává střední zápach. Probíhá čpavková fermentace zbytků měkkých tkání. Čpavkové výpary a nakyslý sýrovitý zápach lákají drobné mušky z čeledi hrbilkovití (*Phoridae*). Na těle zůstávají aktivní larvy sýrohlodek, kožojedů, dospělci drabčíků ad.

## **5. vysychání**

Z měkkých tkání zůstávají jen zbytky, které postupně vysychají. Zápach je již mírný. Na rozkladu se nadále podílejí larvy sýrohlodek, kožojedi a pestrokrovečníci. Nově zbytky kolonizují brouci z čeledi hlodáčovití (*Trogidae*).

## **6. kosterní zbytky**

Většina měkkých tkání je rozložena, na místě zůstávají pouze kosti, zbytky srsti či vyschlé chrupavky a vazivo. Zápach není téměř žádný. Hmyzu je pouze málo, na rozkladu těchto zbytků se podílejí především roztoči. Nově se objevují vrtavci z čeledi červotočovití (*Anobiidae*).

Celkově lze říci, že na rozkladu těl se podílí mnoho druhů bezobratlých, zastoupení jednotlivých druhů je často vázáno na specifický biotop, roční období, mikroklimatické podmínky atd. Specifickým

způsobem pak probíhá rozklad v uzavřených prostorách, u zahrabaných těl, ve vodě (přítomnost vodních koryšů a měkkýšů) apod.

### 11.3. Odběr vzorků pro entomologickou analýzu

Pro zajištění hmyzu na místě činu je nejvhodnější použít entomologické odběrové soupravy dodávané Kriminologickým ústavem Policie ČR. Obecně by mělo být zajištěno maximální množství hmyzu všech velikostí a tvarů a z různých míst na těle zvířete a v jeho okolí.

Primární místa výskytu hmyzu na mrtvém kadáveru jsou **oči, tlama, nosní dírky, uši, oblast konečníku, kožní záhyby a místa zranění**. V pozdějším stadiu rozkladu se hmyz nachází kdekoli na těle. Sběr se provádí pomocí pinzety, plastové lžice nebo špachtle. **Vzorky živého hmyzu** (různě vypadající larvy, vajíčka, kukly - cca 200 ks od každé formy) se odebírají do nádob s děrovanými víčky umožňujícími přístup vzduchu. Pro každý vzorek je třeba zaznamenat datum, čas a místo, odkud byl vzorek odebrán.

Sekundárně se odebírá i **usmrcený vzorek**. Dospělci a larvy s končetinami (např. mouchy, brouci, larvy brouků, roztoči) se vkládají do nádoby se smrtícím a konzervačním roztokem (při nedostatku speciálního roztoku se dá použít 96% ethanol), přidává se reprezentativní vzorek vajíček, larev a kukel much.

Zároveň se vždy odebírají i **vzorky zeminy** z místa, kde kadáver leží (z lože mrtvol), a z jeho okolí. Tyto vzorky se odebírají z toho důvodu, že larvy hmyzu preferují pro zakuklení sušší prostředí a migrují ven z těla, aby se zakuklily. Laik nepozná, zda již tělo opustily či nikoli. Zemina se odebírá do hloubky max. 5-10 cm i s vegetací a hmyzem do společného obalu. Z pod těla kadáveru se optimálně zajišťuje 4-6 vzorků (po cca 250 ml, celkem 2-5 kg), z okolí kadáveru se odběry provádí paprskovitě do vzdálenosti 1-2 m (10-15 vzorků po cca 250 ml, optimálně celkem 3-5 kg). Entomologický materiál není nutné ze zeminy vybírat.

U zakopaného kadáveru se zajišťuje vegetace a zemina odebíraná při odkrývání těla (nad a kolem), optimálně vzorek o hmotnosti 5-10 kg. Ze samotného kadáveru se odebírají entomologické stopy často až při pitvě, kdy jsou z povrchu těla odstraňovány zbytky zeminy.

V případě nálezu kadáveru ve vodním prostředí (tělo plovoucí na hladině) se zajišťují odděleně bezobratlí živočichové z částí těla nad a pod vodní hladinou. Vodní druhy (koryši, měkkýši apod.) je třeba usmrtit ve smrtícím roztoku.

### 11.4. Přeprava vzorků

Pro přepravu vzorků živého hmyzu se používají nádoby s otvory ve víčku, nebo dostatečně velké přepravní nádoby se vzduchovou kapsou. Nádoby s usmrceným hmyzem je nutno přepravovat samostatně, odděleně od nádob s živým hmyzem, aby nedošlo k nechtěnému usmrcení živého hmyzu výparry smrtícího roztoku. Všechny vzorky (včetně vzorků zeminy) by měly být označeny detailním popisem, odkud byl vzorek odebrán.

Pokud zajištěné stopy nejsou okamžitě převáženy na znalecké pracoviště, je třeba je uložit co nejdříve do chladničky nebo chladné místnosti optimálně při teplotě 2-6°C. Vzorky lze takto uchovávat maximálně 3 dny. **Vzorky se nikdy nemrazí!**

Při převozu vzorků je nutno zabránit výrazné změně teploty (vystavení mrazu či horku v automobilu). Vhodné je např. použití termoboxu.

## 12. Analýza stabilních a radiogenních izotopů

Analýza stabilních a radiogenních izotopů je relativně nová metoda, která je založena na stanovení poměrů stabilních prvků v tkáních (zejména v kostech, zubech, šupinách, chlupcích, peří apod.). Metoda je využívána v archeologii, ekologii, geologii a dalších oblastech vědy. Komerčně jsou analýzy stabilních izotopů využívány např. k ověření geografického původu určitých potravin či nápojů (parmská šunka z provincie Parma či šampaňské z kraje Champagne). V Německu se metoda využívá k ověření oblasti chovu a krmení hovězího dobytka.

Při forenzním zkoumání se stabilní izotopové poměry používají k určení geografického původu osob (např. při nálezech neznámých lidských ostatků), zvířat a živočišných produktů, mohou sloužit i k určení původu rostlin, např. rostlinných drog.

### 12.1. Princip metody

Chemické prvky se v prostředí nacházejí v určitém poměru se svými izotopy (např. 99 % uhlíku  $^{12}\text{C}$  a 1 %  $^{13}\text{C}$ ). Tento poměr je proměnlivý a závisí na konkrétní geografické oblasti. Z prostředí se izotopy dostávají do rostlin a živočichů, kteří je ukládají ve svých tkáních. **Příjem izotopů** se u rostlin děje prostřednictvím půdy a vody, u živočichů pak z **potravy, vody** a dýcháním. Odlišné geografické oblasti a odlišná strava vykazují různé poměry izotopů.

Izotopová analýza může pomoci určit geografický původ organismu, v určitých případech může objasnit i vzorce jeho pohybu. Při řešení případů wildlife crime se analýza stabilních izotopů využívá také k odlišení jedinců pocházejících z přírody od jedinců ze zajetí.

Hlavními používanými prvky jsou uhlík (C), vodík (H), kyslík (O) a dusík (N), využíváno je i stroncium (Sr), síra (S) ad. Izotopová analýza se provádí ve specializovaných laboratořích pomocí hmotnostní spektrometrie. Základní podmínkou využití této metody je znalost výskytu konkrétních izotopických poměrů v různých oblastech, tj. **vytvoření geograficky specifických izotopových map**, s nimiž se pak analyzované vzorky porovnávají. Přesnost výsledků závisí na kvalitě měření a úplnosti izotopových map.

### 12.2. Vytváření izotopových map

Pro účely forenzního využití analýz stabilních izotopů je doposud k dispozici jen málo vhodných izotopových map. Do budoucna by měla být věnována pozornost identifikaci oblastí, kde je vysoké riziko wildlife kriminality (pytláctví, nelegální lov a obchod). Tyto oblasti mohou zahrnovat národní parky, rezervace, známé trasy pytláků či pašeráků apod. V rámci identifikovaných oblastí by měly být odebrány vzorky z různých míst (při odběrech je zapotřebí získat reprezentativní vzorky z celé oblasti a minimalizovat vliv kontaminace):

- **rostlinné vzorky** (listy, kůra, kořeny, semena) mohou poskytnout informace o místních podmínkách prostředí a mohou být použity k určení geografického původu;
- **živočišné vzorky** (srst, kosti, zuby, krev, tkáně) mohou poskytnout informace o stravě a pohybu zvířat, což může být klíčové pro identifikaci nelegálních aktivit;
- **environmentální vzorky** (půda, voda, sedimenty) mohou poskytnout informace o místních podmínkách prostředí a mohou být použity k určení geografického původu.

### 12.3. Využití analýzy stabilních izotopů jako forenzního důkazu

Organismus po celou dobu svého života absorbuje různé izotopy a ukládá je do všech druhů tkání (např. do kůže, srsti, kostí). Izotopy se do tkáně ukládají v době, kdy je daná tkáň vytvářena. Po určité době však dochází k její obnově a buňky jsou nahrazovány novými. Při analýze je tedy nutno zohlednit pravděpodobné stáří tkáně. Některé tkáně jsou dlouhodobého charakteru (kosti), jiné jsou obměňovány velmi rychle (srst, peří).



Specifickým případem jsou **zuby**. Jednou vytvořená zubní sklovina a zubovina se nepřemodelovávají - stáří menších zubů savců tedy obecně odpovídá rannému věku jedince. Poněkud odlišná situace je u velkých zubů, např. klů slonů. U slonoviny je nejstarší materiál na špičce klu, nejmladší u báze, odkud kel přirůstá.

*Sloni v národním parku Pilanesberg, JAR  
(foto Pavla Říhová).*

V roce 2006 byla v Hong Kongu zabavena zásilka 4 tun pašované slonoviny. Zásilka byla odeslána v lodním kontejneru z Kamerunu, pomocí analýzy stabilních izotopů však byl zjištěn geografický původ slonoviny z Gabonu. Podařilo se dokonce lokalizovat oblast, kde upytlačení sloni žili, na konkrétní národní park u hranic s Kongem. Tímto způsobem je možné odhalit pytlácké hot-spots a přijmout patřičná opatření (např. posílit ostrahu). Kombinací více metod (analýza stabilních izotopů a genetická analýza) lze výsledky geografické lokace často výrazně zpřesnit.

V oblasti wildlife kriminality se analýza stabilních izotopů využívá nejčastěji pro **určení původu slonoviny**. Je sledováno 133 známých izotopů dusíku, uhlíku a stroncia a za určitých okolností je možné dohledat původ nelegální slonoviny s přesností až na lokální populace (především u slona afrického). Těmito analýzami se zabývá např. University of Utah v USA, v Evropě pak **projekt Ivory ID** ([www.ivoryid.org](http://www.ivoryid.org)) vedený laboratoří Agroisolab v Německu, ve spolupráci s WWF Germany a University of Regensburg. V rámci IvoryID je k dispozici veřejná referenční databáze stabilních izotopů u slonoviny z Afriky a z některých míst v Asii.

V České republice se analýzou stabilních a radiogenních izotopů zabývá **Laboratoř výzkumu stabilních izotopů** na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Zkoumány jsou např. krajty zelené (*Morelia viridis*), jsou sledovány rozdíly mezi jedinci importovanými z Indonésie a dlouhodobě chovanými v ČR, a evropské želvy *Testudo hermanni*, *T. graeca*, *T. marginata*. Vzorky pro analýzy jsou získávány neinvazivním způsobem (u hadů ze svleček, u želv malé vzorky z vnějšího okraje krunýře).

## Odběr vzorků

- Je nutno používat sterilní nástroje a nádoby pro odběr vzorků, aby se zabránilo kontaminaci.
- Pro odběr tkání musí být použit sterilní skalpel nebo nůžky.
- Krev se odebírá do sterilních zkumavek s vhodným konzervačním prostředkem.
- **Vzorky slonoviny** se odřezávají z klu pomocí malé ruční pily s jemnými zuby, nebo odlamují pomocí kleští (u zpracované slonoviny je vhodnější použít minibrusku či vrtačku).

*Odběr vzorků slonoviny  
(foto Jitka Kufnerová).*



Vzorky by měly být odříznuty z báze klu co nejbližší lebce. Báze je nejmladší částí klu, izotopový signál tedy odráží prostředí, ve kterém zvíře žilo před smrtí. Vzorky odebrané z okraje dřevné dutiny klu u jeho báze poskytnou geografickou informaci za posledních 6 až 12 měsíců. Hmotnost vzorku slonoviny by měla být **nejméně 30 mg** (velikost nehtu), vzorky se odebírají minimálně dva (ze dvou různých poloh).

- Vzorky **želvího krunýře** je třeba odštípnout pomocí kleští, či odřezat pomocí malé pilky. **Hadí svlečka** se odebírá nejlépe celá, příp. se odstříhne adekvátní kus.
- Potřebná hmotnost vzorku závisí obecně na tom, který izotop má být analyzován. Nejvíce materiálu je zapotřebí pro analýzu stroncia, mělo by být odebráno cca 0.2 g vzorku. Pro izotopy uhlíku, dusíku a síry postačí vzorek o váze 500 µg - 1 mg, pro izotopy vodíku a kyslíku pak 150 µg.
- Vzorky se ukládají do sterilních sáčků nebo nádob.
- Je nutno vzorky řádně označit, včetně místa a data odběru. O každém vzorku by měly být vytvořeny detailní záznamy, včetně GPS souřadnic místa odběru.
- Vzorky se uchovávají v chladu (např. v chladničce nebo přenosném chladicím boxu) a co nejdříve se transportují do laboratoře.

## Analýza vzorků a interpretace dat

Ve specializované laboratoři se vzorky zpracovávají podle standardních protokolů pro analýzu stabilních a radiogenních izotopů. Postupy mohou zahrnovat sušení, mletí nebo chemickou úpravu materiálu. Samotná analýza je prováděna pomocí přístrojů **hmotnostní spektrometrie**. Všechny přístroje musí být pravidelně kalibrovány a musí být prováděna kontrolní měření s referenčními materiály, což zajistí přesnost a spolehlivost výsledků.

Výsledná měření se poté porovnávají s referenčními hodnotami izotopových poměrů pro dané geografické oblasti a druhy. Klíčové je využití izotopových map (isoscapes), které mohou poskytnout vizualizaci izotopových poměrů v různých geografických oblastech.

## 13. Kriminalistická balistika

Zbraně se obecně rozdělují na zbraně chladné (nože, dýky) a střelné, které se dále dělí na mechanické (luk, kuše), plynové (vzduchovka, větrovka) a palné. K lovu zvířat jsou především používány dlouhé palné zbraně (kulové, brokové, kombinované) a chladné zbraně sloužící jako pracovní nástroje.

Studiem palných střelných zbraní, střeliva a jejich účinku se zabývá balistika. Jejimi specializovanými podobory jsou:

- **prenatální balistika** (studuje děje probíhající před výstřelem, např. úmyslné změny na zbraní);
- **vnitřní balistika** (studuje pohyb střely v hlavni);
- **přechodová balistika** (studuje děje probíhající před ústím hlavně);
- **vnější balistika** (studuje pohyb střely ve vnějším prostředí);
- **terminální balistika/ranivá balistika** (studuje pohyb střely v zasaženém neživém/živém cíli);
- **postterminální balistika** (studuje děje probíhající po prostřelení cíle nebo odražení od cíle).

Balistické zkoumání je prováděno ve specializovaných laboratořích vybavených optickými mikroskopy, komparátory IBIS (Integrated Ballistics Identification System), referenčními sbírkami střelných zbraní (střeliva) a knihovnami. V ČR jsou tyto laboratoře součástí Policie ČR, resp. Kriminalistického ústavu a balistických pracovišť odborů kriminalistické techniky a expertíz krajských ředitelství Policie ČR (OKTE).

Cílem balistického zkoumání je určení typu použité zbraně či střeliva, vzdálenosti, na kterou bylo vystřeleno, přiřazení nalezené střely či nábojnice ke konkrétní zbraní atd. Většina střelných zbraní (s výjimkou brokovic, které mají hladký vývrt) má drážkovaný nebo polygonální vývrt hlavně tvořící spirálu. Účelem spirály vývrtu je gyroskopická stabilizace střely, což vede ke zvýšení přesnosti zbraně.

Vývrt hlavně obvykle zanechává na vystřelené střele stopy, které jsou charakteristické pro konkrétní zbraň. Nalezená střela proto může být důležitým důkazem, pomocí něhož lze ztotožnit zbraň, z níž bylo střeleno.

### 13.1. Typy zbraní

#### Krátké palné zbraně

Ruční palné zbraně jsou primárně určeny ke střelbě jednou rukou (držení pomocí obou rukou zvýší přesnost míření). Používané náboje jsou kratší, nesou méně střelného prachu, proto mají nižší rychlost než puškové střelivo. Ústňová rychlost (rychlost, s jakou střela opouští hlavň) se obvykle pohybuje od 200 m/s do 500 m/s v závislosti na ráži, délce hlavně a množství střelného prachu.

Vzhledem ke krátké délce hlavně a relativně nízké rychlosti střely jsou ruční zbraně mnohem méně přesné než pušky. Dle § 45 písm. i) zákona č. 449/2001 Sb., o myslivosti, je zakázáno střílet zvěř jinou zbraní než loveckou (dlouhou palnou zbraní kulovou, brokovou nebo kombinovanou, určenou k loveckým účelům). V praxi se však lze setkat s případy, kdy je krátká palná zbraň použita na krátkou vzdálenost k dostřelení zvěře, např. z důvodu bezpečnosti. Ve srovnání se střelami z pušek se střely vystřelené z ručních zbraní díky své nižší rychlosti častěji zachytávají v těle zvířete.

#### Hlavní typy krátkých palných zbraní:

- **revolvery** - opakovací ruční zbraně s rotačním zásobníkem (válec revolveru), který pojme 5-10 nábojů. Mohou být jednočinné (před každým výstřelem je nutno natáhnout kohoutek, kadence střelby je díky tomu pomalá) nebo dvojčinné, které vystřelí při každém stisknutí spouště. Nábojnice nejsou po výstřelu z revolveru automaticky vysunuty.
- **pistole** - samonabíjecí krátké palné zbraně s vyjímatelným zásobníkem v rukojeti, který pojme 10-25 nábojů. Opětovné nabití se děje v důsledku předchozího výstřelu (náboje jsou

automaticky vyhazovány). Konstrukce neumožňuje více výstřelů na jedno stisknutí spouště (střela je vystřelena při každém stisknutí spouště bez nutnosti manuálního přebíjení).

## Dlouhé palné zbraně

Dlouhé palné zbraně jsou zbraně vyžadující držení oběma rukama, délka hlavně přesahuje 300 mm nebo celková délka zbraně je větší než 600 mm. Mohou být jednoranné, víceranné, opakovací, samonabíjecí či automatické. Slouží k loveckým, sportovním či vojenským účelům.

K lovu zvířat se obvykle používají kulové zbraně a brokovnice, které mohou mít až 4 hlavně a kombinovat 3 druhy střeliva (kulové náboje, malorážní náboje, broky).

- **kulovnice** - dlouhé střelné zbraně s drážkovanými hlavními, střílí se v pozici opření zbraně o rameno. Jde o vysokorychlostní zbraně s ústovou rychlostí cca 600-1000 m/s. Jsou mnohem přesnější než ruční zbraně, proto jsou používány ke střelbě na delší vzdálenosti (pro lovecké účely cca do 300 m). Samočinné palné kulové zbraně „samopaly“, u nichž konstrukce umožňuje více výstřelů na jedno stisknutí spouště, jsou v Evropě legální pouze pro vojenské účely.

K lovu zvířat jsou používány **kulovnice**:

- jednohlavňové - jednoranné, opakovací, samonabíjecí;  
Jednoranné kulovnice nemají instalován zásobník a musí být nabíjeny ručně po výstřelu, u opakovacích se nabíjení provádí pohybem rukojeti dopředu a dozadu, čímž se vyjme použitá nábojnice a nabije další ze zásobovacího ústrojí, u samonabíjecích každé stisknutí spouště automaticky vystřelí, znovu nabije a připraví zbraň.
- vícehlavňové – „dvoják, kulová kozlice, kulový troják“;
- kombinované – tzv. kulobrokové zbraně.

V myslivosti se objevuje i pojem **malorážka**. Jde o dlouhou palnou zbraň s drážkovaným vývrtem určenou pro menší náboje ráže .22 s okrajovým zápalem. Může být jednoranná, opakovací, samonabíjecí i samočinná. Používá se především ke sportovní střelbě a v myslivosti pro lov menších zvířat. Efektivní dostřel je cca 100 m.

- **brokovnice** - střelné zbraně určené ke střelbě rozptylujícími se broky nebo tzv. jednotnou střelou na relativně krátké vzdálenosti (při lovu typicky méně než 50 m). Ústová rychlost je nižší - 350-400 m/s. Hlaveň má hladký vývrt bez drážkování. Pro lovecké účely jsou obvykle používány brokovnice s délkou hlavně cca 70 a více cm.

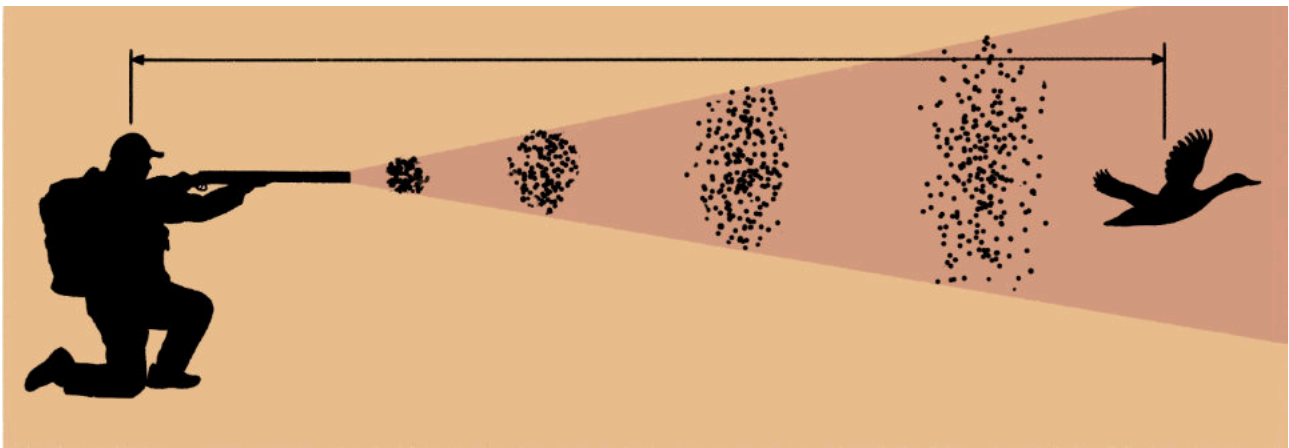
Brokovnice mohou být:

- jednohlavňové – jednoranné, opakovací, samonabíjecí;
- vícehlavňové – „dvojka, broková kozlice, brokový troják“;
- kombinované – tzv. kulobrokové zbraně.

Brokovnice se používají pro lov malých zvířat, jako jsou ptáci a zajáci (brokové náboje s hromadnou střelou) nebo na dostřelení divokých prasat zblízka (jednotné střely). Brokovnice jsou nejčastěji používanou zbraní při střelbě na dravé ptáky.

Po výstřelu se brokový shluk postupně rozptyluje, jednotlivé broky do sebe i vzájemně narážejí (efekt biliárové koule). Roj není zcela kompaktní, největší počet broků letí v jeho centru, postupně se rozptylují na větší plochu. Rozptyl malých broků typu „birdshot“ je mnohem větší než rozptyl větších broků typu „buckshot“ (viz dále).





Postupný rozptyl broků typu „birdshot“ (kresba David Říha).

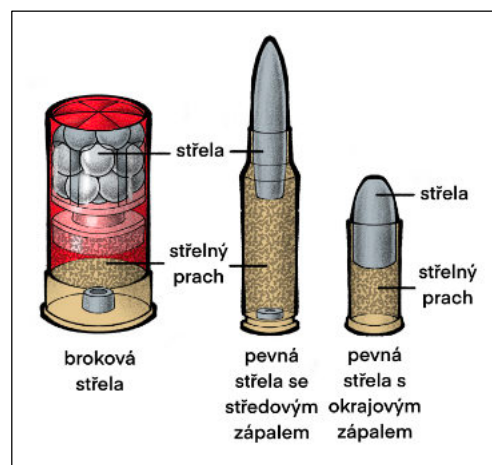
- **plynové zbraně (vzduchovky a větrovky)** - střelné zbraně používající k pohonu střely stlačený vzduch, nebo plyn. Střelivo neobsahuje nábojnici se střelným prachem, ale pouze samotnou střelu. Ústřední rychlost je nízká - méně než 300 m/s. Hlavní použití je při rekreační střelbě.

Při lovu se používají zřídka, protože smrtelné zranění mohou způsobit pouze na krátké vzdálenosti a u malých zvířat, např. ptáků nebo koček (od covidu velmi vzrostl počet případů postřelení zvířat plynovými zbraněmi). Z hlediska zákona o myslivosti se plynové zbraně k lovu používat nesmějí, neboť nesplňují podmínky lovecké zbraně (nejedná se o palné zbraně). Jiná situace je použití při pytláctví. Dnes jsou dostupné i poměrně výkonné plynové zbraně (i v ráži 12,7 mm, s dostřelem až 1000 m), které mohou být pro lov některé zvěře efektivní. Navíc je lze kombinovat s moderátorem/kompenzátořem hluku (tlumič pro plynové zbraně).

## 13.2. Střelivo

Náboje do střelných zbraní se skládají z **nábojnice**, která obsahuje **pohonnou látku** (střelný prach), **projektilu/střely** umístěné v přední části náboje a **zápalky**, která po iniciaci pohonnou hmotu zapálí. Zápalka může být umístěna ve středu základny nábojnice (zbraně se středovým zápalem) nebo v jejím lemu (zbraně s okrajovým zápalem, obvykle malorážky).

Náboje bývají uloženy v **zásobovacím ústrojí**, odkud se dostávají do komory a skrz hlaveň jsou vystřeleny. Nábojnice ze zbraně po výstřelu vyhozena ručně, nebo automaticky. I na nábojnici mohou zůstat charakteristické znaky vzniklé během nabíjení, výstřelu či vyhození ze zbraně, které mohou pomoci při identifikaci střílející zbraně. **Je důležité prohledat místo činu a pokusit se najít nejen samotné střely, ale i vystřelené nábojnice!**



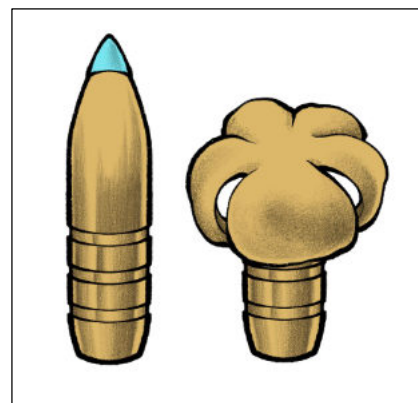
Stavba rozdílných typů nábojů (kresba David Říha).

Každý typ střeliva je označen ráží (tj. průměrem střely udávaným buď v mm, nebo v palcích) a délkou nábojnice. Střely se však dodávají v mnoha provedeních, zejména co se týče střeliva pro lovecké účely. Konstrukčně může jít o střely monolitické, poloplášťové, celoplášťové či střely s řízenou deformací. Cílem různých konstrukcí je dosažení maximálního dostřelu na požadovanou vzdálenost za podmínky co nejvyšší přesnosti střely a kýženého efektu v cíli. Klasifikace střel je proto poměrně složitá.

Lze se setkat i s tzv. podkaliberními střelami, jde o střely menší ráže vložené do zbraně větší ráže. Tento způsob použití vede k vyšší rychlosti střely, větší průraznosti a dostřelu.

Z pohledu posouzení wildlife crime případů může být důležitější klasifikace střel dle rozdílného chování v těle zasaženého zvířete:

- **střely se stabilním tvarem** - zachovávají si v cíli obecný tvar a hmotu, většinou jde o střely s pevným nebo plně kovovým pláštěm (celoplášť), používají se k lovu velmi velkých zvířat, protože pronikají hluboko do těla;
- **střely s řízenou deformací (se zvýšeným ranivým účinkem)** - deformují svůj tvar v cíli (např. houbovitě nebo hvězdicovitě) a ztrácí jen malé procento hmotnosti, dochází k značnému přenosu energie do tkání a většímu rozsahu zranění;
- **tříštivé střely s řízenou fragmentací (dum-dum)** - zcela se v cíli rozpadnou na fragmenty (poloplášť). Předání kinetické energie cíli je menší než u střel s řízenou deformací, protože po rozpadu střely její fragmenty dále pokračují v letu. Pro lovecké účely je tento efekt nežádoucí, neboť střela svým rozpadem ničí maso i kůži.

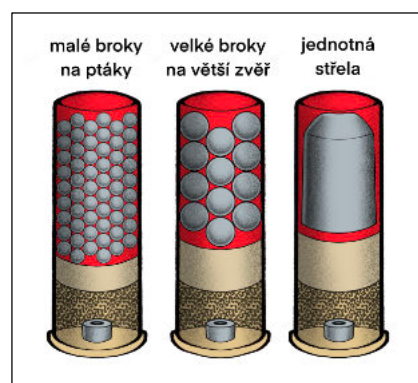


*Střela s řízenou deformací před a po výstřelu - pod plastovou špičkou je dutinka s drážkami, která slouží k rychlé deformaci střely po zasažení cíle. Lístky „hřibu“ se mohou při průchodu tkáněmi odlomit a zůstat v těle (kresba David Říha).*

**Střelivo pro brokovnice** se obvykle skládá z nábojnice, zápalky, střelného prachu, brokového kontejneru, zátky (ucpávky) a broků, příp. jednotné střely. Nábojnici tvoří plášť z papíru či plastu, její báze je kryta kováním a uzavírkou. Všechny části náboje lze příležitostně na místě činu najít a předat ke zkoumání. Důležitou balistickou stopou mohou být nejen broky, ale např. i brokový kontejner nebo uzavírka nábojnice (kolečko z papíru uzavírající přední část náboje) nebo zátku/ucpávku, která uvnitř střely odděluje broky od střelného prachu. Ucpávka bývá vyrobena z plsti či plastu a opouští hlaveň spolu s broky, pro velkou plochu a značný aerodynamický odpor se však za nimi opožďuje. Ve volném prostoru dolétne 30–40 metrů od ústí hlavně, při střelbě nablízko bývá nalezena ve střelném kanále.

### Typy brokových střel:

- **hromadné střely** (celková náplň 24-36 g)
  - malé broky o průměru < 2 mm (označované „birdshot“), používají se na ptáky;
  - větší broky < 9 mm (označované „buckshot“), používají se na větší zvířata;
- **jednotné střely** o hmotnosti 20-30 g (označované „slug“ či „Brenneke“), tyto střely mají velkou razanci. Oproti hromadným střelám si udržují rychlost letu, protože mají stabilizaci šípovou nebo čelní hranou válce. Jednotná střela zvyšuje dostřel brokovnic až na 100 m, lze ji používat k lovu divokých prasat.



*Rozdílné typy brokových střel (kresba David Říha).*

Brokové náboje se vyrábí z olova, k němuž může být přidán i arsen pro udržení kulovitého tvaru odlitých broků. Kvůli toxicitě olova je dnes používání olověných broků legislativně omezováno a stále častěji se broky vyrábí i z jiných kovů jako je ocel, zinek, wolfram nebo bismut. Broky celooceľové však mají horší balistické vlastnosti a velkou tendenci se odrážet. Bismutové broky mají výborné vlastnosti balistické, ale jsou velmi drahé, také jsou křehké a praskají.

**Střelivo pro plynové zbraně** může mít různý tvar, nejběžnějším typem je diabolka s „vosím pasem“. Tyto střely mají omezenou ranivost kvůli své malé hmotnosti a relativně nízké rychlosti, mohou však způsobit vážné zranění nebo úmrtí při zasažení oka, mělce uložených orgánů či tepen (jedná se o hodnoty 5-50 J/cm<sup>2</sup> energetického zatížení průřezu střely).

*Charakteristika různých typů zbraní a munice (převzato Ch. Beiglbock, Ch. Waltzer).*

Typ zbraně		Použití při lovu	Průměrná hmotnost	Rychlost střely	Průměrná energie (J)
ruční palné	pistole	závěrečný dostřel/ obrana	7 g	350 m/s	490 J
	revolver	závěrečný dostřel/ obrana	9 g	220 m/s	230 J
pušky	okrajový zápal	malá zvířata (např. liška)	6 g	1000 m/s	1500 J
	středový zápal, standardní ráže	menší zvířata (např. srnec)	11 g	900 m/s	4000 J
	středový zápal, velká ráže	větší zvířata (např. prase divoké)	16 g	800 m/s	5000 J
brokovnice	hromadné broky	ptáci, malá zvířata	35 g	400 m/s	2800 J
	jednotné střely	větší zvířata na krátkou vzdálenost (příp. obrana)	32 g	400 m/s	2400 J
vzduchovky, plynové zbraně	diabolky	rekreační střelba, velmi malá zvířata	1 g	170 m/s	16 J

### 13.3. Přídavná zařízení

Před samotným výstřelem je třeba lokalizovat cíl a zamířit. K procesu míření slouží mířidla, která mohou být buď mechanická, optická a optoelektronická. Může se jednat o kombinaci mušky a hledí, **zaměřovač** nebo **puškohled** (upravený dalekohled se záměrnou osnou). Pro lov jsou využívány i přístroje nočního vidění a termovize.

**Přístroje nočního vidění** se neobejdou bez zbytkového světla, které dopadá na čip citlivý na světlo. Čip signál zesílí a promítne obraz na LCD displej. Bez infračerveného přísvitu tyto přístroje nefungují v úplné tmě. Infračervený přísvit lze detekovat za pomoci jiného přístroje nočního vidění (lovce lze v noci vidět pomocí jiného přístroje nočního vidění...).

**Termovize** funguje i za úplné tmy, na rozdíl od přístrojů nočního vidění nepotřebuje zbytkové okolní světlo ani externí přísvit. Zaznamenává tepelné (infračervené) záření, které následně přemění na termovizní obraz (zobrazí tepelné rozdíly objektů). Jde o pasivní přístroj, který nelze běžnými prostředky detekovat.

Pro potlačení hluku výstřelu se používají **tlumiče**. Ze zákona jde o zbraň kategorie C definovanou jako „zařízení určené pro použití s palnou zbraní a konstruované pro celkové snížení hluku výstřelu při ostré střelbě, a to včetně snížení hluku výstřelu ve směru střelby“.

U standardního střeliva dochází při použití tlumiče ke snížení hluku výstřelu v rozmezí 25–35 dB. Dochází i k utlumení sonického třesku, snížení zpětného rázu a omezení záblesku po výstřelu. Použití tlumiče ovlivňuje zároveň balistické vlastnosti střely.

Pro lovce je využití tlumiče při lovu příjemnější, nejde pouze o eliminaci zaslechnutí výstřelu někým z okolí, ale výstřel neohluší samotného lovce či jeho psa.

### 13.4. Zajišťování a zkoumání balistických stop

Na místě činu lze zajistit střely, zbytky střel, nábojnice či jejich fragmenty atd. Pro lovce může být obtížné posbírat všechny vystřelené nábojnice (členité prostředí - les, křoví), některé mohou být přehlédnuty a na místě zůstanou.

Většina zvířat nepadne hned na místě po zástřelu, ale ještě kus ujde/uběhne. Najít střelu, která prošla tělem, pak může záležet i na vzdálenosti, kterou zvíře urazilo.

Střela může zůstat i ve vnitřnostech zvířete (vývrhy na místě činu). Za určitých okolností je možné zajistit i povýstřelové zplodiny (z rukou po umytí mizí, lze je však detekovat z oblečení, příp. z vlasů).

Zajištění zbraní by mělo být vždy prováděno specializovaným pracovníkem. Při manipulaci se zbraněmi je zásadní dodržování bezpečnosti:

- mířit do bezpečného prostoru (roh místnosti, venku do načechrané zeminy);
- prst držet mimo spoušť;
- vyjmout zásobník a zkontrolovat nábojové komory;
- bezpečně vypustit bicí ústrojí (v případě nemožnosti bezpečného vybití je nutná fixace bicího mechanismu zbraně).

### Odlíšnosti v použití zbraní u wildlife kriminality

<b>Vzdálenost střelce</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• human crime - obvykle použití krátké zbraně na kratší vzdálenost (do 25 m)</li><li>• wildlife crime - lov na velkou vzdálenost (50-300 m)</li></ul>
<b>Typy používaných zbraní</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• human crime - krátké palné zbraně</li><li>• wildlife crime - dlouhé palné zbraně</li></ul>
<b>Uklizené místo činu</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• human crime - oběť obvykle zůstane na místě</li><li>• wildlife crime - zabitě zvíře bývá odneseno</li></ul>
<b>Opakované použití zbraně</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• human crime - pachatel se zbraně obvykle zbavuje</li><li>• wildlife crime - pachatel zbraň používá opakovaně (je drahá)</li></ul>

## 14. Daktyloskopie

Daktyloskopie je nauka o kožních papilárních liniích vytvořených na vnitřní straně článků **prstů rukou, dlaních, prstech nohou a chodidlech**. Tyto linie se vyvinuly nejen u člověka, ale i u některých druhů zvířat, např. vačnatců či primátů (u chápavců se nachází i na konci chápavého ocasu). Průběh papilárních linií je charakteristický pro konkrétního jedince, resp. na světě neexistují dva jedinci, kteří mají absolutně shodné obrazce papilárních linií (počet různých variant mnohonásobně převyšuje globální lidskou populaci), dokonce ani jednovaječná dvojčata nemají shodné otisky. Obrazce papilárních linií se vytváří ve 3.-4. měsíci vývoje plodu, jsou po celý život relativně neměnné a trvale neodstranitelné, pokud není odstraněna zárodečná vrstva pokožky. Tato jedinečnost a neměnnost umožňuje využití papilárních linií k identifikaci jedinců. Po mnoho let se jednalo o nejvyužívanější identifikační metodu, která byla známa již u Asyřanů, ve starověkém Egyptě a Číně. Dnes ji poněkud zastínila analýza DNA.

### 14.1. Princip metody a postup

Lidé zanechávají daktyloskopické stopy díky tomu, že jejich prsty, dlaně či chodidla jsou trvale jemně zpocené. Pot a mastnota ulpívají na povrchu předmětů, které dotyčný uchopil, nebo jichž se dotkl. Otisky se skládají z vody, solí, tuků, aminokyselin, stopových prvků a dalších látek. Na místě činu se vyhledávají pomocí šikmého světla, lupy, používají se i alternativní zdroje světla různých vlnových délek (zelené laserové 532 nm, modré laserové 445 nm, UV 385 nm ad.).

Z pohledu možného sejmutí otisků je velmi důležitý typ povrchu, na kterém otisky ulpěly. Základní dělení je na povrchy **porézní** a **neporézní**. Neporézní hladké povrchy jsou citlivější, jelikož zbytky látek po dotyku zůstávají pouze na povrchu (nevsakují se do porézního materiálu) a mohou být snadno setřeny. Snímat lze i otisky z lidské kůže, přetrvávají však na ní jen velmi krátkou dobu.

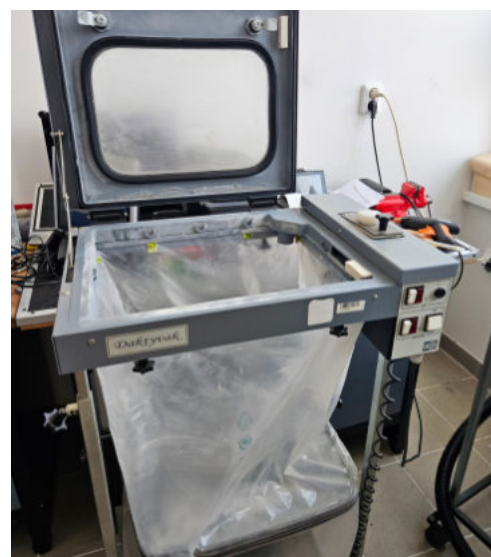
Ke zviditelnění otisků slouží různé fyzikální a chemické metody. Používá se mnoho typů prášků specifických dle konkrétního povrchu jako je černý magnetický prášek, práškový hliník, grafit, oxid železitý, dále různá barviva (Basic Yellow, Ardrox...), fluorescenční prášky nebo tekuté prostředky (WetPrint, Sudánská čern, genciánová violet ad.). Prášek/barvivo je na dané místo nanášen mechanicky (štetecem, magnetickým aplikátorem, rozprašovačem). Zviditelněný otisk je fotograficky zdokumentován a poté sejmut pomocí daktyloskopické lepicí pásky nebo želatinové fólie a přenesen na bílou kartičku.

Otisky lze zviditelnit i pomocí různých přístrojových technik s využitím par. Například páry jódu odhalí otisky na papíru, kyanoakrylátové páry (používány jsou speciální dýmové komory příp. ruční vyvíječ kyanoakrylátových par) zviditelní otisky na neporézních materiálech jako je kov, sklo. Používají se i další chemické prostředky, např. ninhydrin, 1,2-indanedione apod.

Zajištěné otisky jsou porovnávány s Ústřední daktyloskopickou sbírkou, resp. vkládány do identifikačního systému AFIS (Automatic Fingerprint Identification System). Srovnávají se s daktyloskopickými stopami z neobjasněných *Vývojová komora Daktyvak pro vyvolávání otisků pomocí chemických par (foto Pavla Říhová).*



*Jedním ze základních daktyloskopických prášků je černý magnetický prášek (foto Pavla Říhová).*



případů, s otisky založenými v databázi, s kontrolními otisky tzv. domácích osob a s natipovanými osobami. Porovnávání je prováděno pomocí daktyloskopických komparačních přístrojů, jež vyhodnocují změny v průběhu papilárních linií (tzv. markanty). Shoda otisku je potvrzena při shodě 10-15 markantů (různé země mají pro uznání shody stanoven různý počet, např. Velká Británie 16, Francie 12 ad.).

## 14.2. Manipulace

Pokud je to možné, předmět, na němž jsou přítomny otisky, se zajišťuje celý a přepravuje se na daktyloskopické pracoviště. Jestliže nosič stopy nelze zajistit in natura, je zapotřebí využít dostupné daktyloskopické prostředky na místě.

Manipulace s nosičem by měla probíhat tak, aby nedošlo k setření otisků (nedotýkat se dané plochy, a to ani v rukavicích, nebalit předměty tak, aby se povrchy třely o sebe) nebo k případnému přidání vlastních otisků. Zvláště s předměty s neporézním povrchem je třeba zacházet opatrně. Rovněž je nutno zvážit možnost, že na předmětu mohou být i další typy stop (dotyková DNA, krev), které by bylo vhodné zpracovat.

## 14.3. Snímání otisků a wildlife kriminalita

Přestože se jedná o běžně využívanou kriminalistickou metodu, při objasňování případů wildlife kriminality není v ČR doposud příliš využívána. V jiných zemích, např. ve Velké Británii jsou při šetření wildlife případů otisky prstů běžně snímány z pastí, zbraní, obalů a vnitřků pašovaných zásilek zvířat apod.

Z čeho je možné zkusit sejmout otisky	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• z obalů zásilek a zboží uvnitř</li> <li>• z nastražených pastí</li> <li>• z použitých nástrojů, nožů</li> <li>• ze zbraní</li> <li>• z vystřelených nábojnic</li> <li>• z plomb na zvěři</li> <li>• ze samotného wildlife kontrabandu (slonovina, rohy...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• z dokumentů</li> <li>• z papírových obálek (např. pašování motýlů)</li> <li>• ze stop nalezených na místě (plechovky od pití, lahve, víčka od lahve, nedopalky, plastové sáčky...)</li> <li>• z nastražených vajec</li> <li>• z nádob s jedem, použitých aplikátorů...</li> </ul>



Otisk prstu na vejci zviditelněný pomocí černého magnetického prášku  
(foto Pavla Říhová).

Otisky prstů lze zkusit sejmout i z vajec používaných jako otrávená návnada (karbofuranové kauzy). Stačí použití černého magnetického prášku a pružné pásky pro snímání otisků ze žárovek. Vejce jsou obvykle pachatelem propichována na špičce, a tudíž držena kolem nejširší části. Otvor po aplikaci jedu traviči zalepují, např. čtverečkem izolepy nebo voskem. Je pravděpodobné, že použijí při manipulaci s jedem rukavice, ale při další činnosti, např. skládání připravených vajec do krabičky či jejich umístění v terénu, už rukavice mít nemusí. Otisky prstů jsou relativně mastné, měly by proto nějakou dobu vydržet i ve venkovním prostředí.

V posledních letech byly vyvinuty i nové metody snímání otisků z obtížných povrchů, u nichž se dříve předpokládalo, že sejmutí není možné.

#### **Příklady nových postupů:**

- **Snímání otisků ze slonoviny, kostí, luskouních šupin, nosorožčích rohů** (IFAW, Metropolitan Police UK, Zoological Society of London, University of Portsmouth)

Přestože se slonovina jeví jako hladký pevný materiál, jedná se ve skutečnosti o porézní povrch. Otisky prstů nejsou zcela stabilní, po několika dnech (cca 3 dny) mizí, resp. nejsou již detekovatelné běžnými prostředky jako je magnetický prášek. Při použití kyanoakrylátu a vývoje v komoře je možné otisky ze slonoviny sejmut i po delším časovém úseku (14 dnů). Vzhledem k poréznosti slonovina absorbuje barviva a může dojít k jejímu poškození (nevratnému obarvení), neměl by proto být používán ninhydrin.

Pro luskouní šupiny a nosorožčí rohy bylo otestováno jako nejvhodnější použití hliníkového prášku (účinný na ne/poloporézní a hladké povrchy). Pro luskouní šupiny byl dále vhodný také červený fluorescenční prášek, pro nosorožčí rohy i magnetický černý prášek. Vizualizace otisků je u nosorožčích rohů výrazně snazší na hladké části rohu ve srovnání s hrubým povrchem u jeho báze.

- **Snímání otisků z peří ptáků**

Ve Velké Británii byly testovány možnosti snímání otisků z peří dravých ptáků (Abertay University, Police Scotland), výzkum byl publikován v roce 2019. Sejmutí otisky z peří se při této studii dařilo pomocí magnetických prášků a vývoje v kyanoakrylátových parách. Ve spolupráci s odborem podpory pátrání Generálního ředitelství cel byl v roce 2024 učiněn pokus tento postup vyzkoušet v ČR. Přes opakované snahy a využití různých druhů smáčedel a stabilizátorů se však sejmutí otisků prstů z ptačího peří nezdařilo.

## 15. Otisky stop, pneumatik, nástrojů; vlákna a další

Vypovídající hodnotu mohou mít i **otisky obuvi či pneumatik** na místě činu. Plastické stopy se zajišťují fotograficky (fotí se s měřítkem v 90° úhlu) a poté pomocí vhodné odlévací hmoty, která je schopna zachytit stopu v jejích detailech (např. Lukopren, Mikrosil, silikonové odlévací hmoty). Primárně by měla být věnována pozornost snadno se ztrácejícím stopám, např. ve sněhu, písku nebo pod vodou, které mohou rychle mizet. Pro fixaci otisků v popelu, písku či prachu lze využít fixační sprej (v nouzi i lak na vlasy). U otisků ve sněhu je třeba mít na paměti, že sádra a další materiály mohou při tuhnutí vydávat teplo, nejprve se proto na stopu nanáší izolační vrstva, např. Snow Impression Wax.

Otisky pneumatik jsou nejvíce vypovídající v místě, kde vozidlo mění směr. Pokud jede rovně, otisky zadních kol překrývají otisky předních a stopa je nejasná. Dle stupně opotřebení a hloubky otisku se dá odhadnout i zatížení vozidla.



Otisk pneumatik, lidských stop a těla upytlačeného rysa ve sněhu (foto Josefa Krausová, nákres Tomáš Koranda).



Otisk boty pytláka ve sněhu, stopy vycházely z auta (foto Josefa Krausová).

Vyhodnocují se i otisky rukavic (pryžových i kožených), které mohou mít určité výrobní nerovnosti.

Dají se zkoumat i **detaillní otisky nástrojů** (možná identifikace konkrétního nástroje), např. kleště použité k úpravě čelistové pasti, nástroje použité k usmrcení zvířete nebo porcování jeho kadáveru (nože), zvláště pokud se dostaly do kontaktu s kostmi, nástroje využitě k úpravě ptačích kroužků apod. Každý nástroj zanechává specifické stopy (rýhy, řezné stopy apod.).

Specifickými stopami ve wildlife případech mohou být také stopy po lezeckých železech zanechané v kůře stromu, na němž bylo vykradeno hnízdo chráněného druhu (pokud jsou železa následně nalezena, je možné na nich identifikovat konkrétní kůru či lišejníky z daného stromu).

I velmi malé stopy (mikrostopy) mohou přispět k identifikaci pachatele. K jejich vyhledání pomáhají různé typy světla, speciální chemikálie a v neposlední řadě také intuice vyšetřovatele či technika, která napoví, kde se takové stopy mohou na daném místě nacházet. Může jít o úlomky skla (např. z rozbitého světlometu vozidla), šupinky barvy, **vlákna z oděvu** pachatele zachycená na místě činu či na kadáveru zvířete, vlákna z použitého lana zachycená o kůru stromu či o skálu (vybírání hnízd), vypadlé **vlasy** atd.

Vypovídající stopou mohou být i otisky stop zvířat.



## 16. Forezní botanika

Forezní botanika se zabývá identifikací rostlinného materiálu souvisejícího s trestnou činností.

Hlavní oblastí zkoumání je determinace druhů rostlin z fragmentů, např. nalezených na botách, pneumatikách či tělech osob. Pokud se druhy rostlin na místě činu shodují s fragmenty nalezenými na oblečení či obuvi podezřelého, může tato informace pomoci propojit osobu s daným místem.

Forezní botanika se však využívá i pro další oblasti zkoumání, např. určování rostlinných drog, determinace dřeva, je také možné rozpoznat místo zakopání těla dle odlišností v rostlinném krytu atd. Zajímavou možností je zkoumání zápalek - hlavičky zápalek se vyrábí z tzv. křemeliny (zemina obsahující křemičité schránky rozsivek) a různé výrobky obsahují odlišné směsi rozsivek. Pomocí determinace rozsivek lze za určitých okolností identifikovat konkrétní druh zápalky.

Čerstvý rostlinný materiál se odebírá do prodyšných obalů (papírové sáčky, obálky, pytle, sáčky Stericlin) a uchovává v suchu při pokojové teplotě. U vyschlého materiálu lze použít plastové obaly. Mikrostopy rostlinného původu se zajišťují primárně spolu s nosičem (např. oblečení, kůra), nebo se odebírá vzorek seškrabem do plastové zkumavky, případně olepem na transparentní želatinovou fólii. V případě dřeva je nutno zajistit vzorek o velikosti minimálně 1 cm<sup>3</sup>.

Identifikace rostlin a jejich fragmentů se provádí morfologicky, s využitím mikroskopu. Obvykle nebývají přítomny klíčové morfologické znaky (celé listy, květy), determinace proto vyžaduje zkušeného experta. Další možností určení druhu rostlin je genetická analýza.

Specifickou oblastí forezní botaniky je **forezní palynologie**, která se zabývá studiem pylu, výtrusů rostlin, hub a jejich mikroskopických zbytků. Tato metoda se rozvíjí v posledních 20 letech. Pylová zrna jsou odolná, hojně se vyskytují v prostředí a dlouho přetrvávají na površích i v půdě. Vegetace se na různých místech liší, resp. každá lokalita má jedinečný palynologický profil, který se může měnit i v čase (sezóna kvetení). Přítomnost konkrétní kombinace pylových zrn tak může indikovat, kde se daná osoba pohybovala. Pyl z místa činu lze porovnat se vzorky odebranými z oděvu podezřelého, jeho bot, vozidla, z nástrojů atd. I po vyprání oblečení může pyl zůstat v kapsách, švech nebo manžetách, což umožňuje získat důkazy i po poměrně dlouhé době.

Vzorky pylu se odebírají na sterilní vatový tampon, který se následně vloží do pouzdra/zkumavky s předem připraveným otvorem ve víčku (zajištění vysychání vzorku). K vytvoření otvoru je třeba použít sterilní nůžky a zkumavku po uzavření vložit do prodyšného obalu (papírová obálka). Zkoumání vzorků musí být prováděno zkušeným palynologem, k determinaci se používá mikroskop s velkým zvětšením.

### Zdrojem pylu pro forezní zkoumání mohou být:

- podezřelé osoby (vlasy, ruce, pod nehty);
- oděvy, boty, textilní a plastové povrchy, kopací náčiní, lana;
- podrážky, pneumatiky, koberce, spodní části vozidel;
- špína, bláto nebo prach nalezené na osobě nebo předmětu;
- vlasy, srst, peří;
- dovážené/vyvážené zboží (může pomoci ověřit zemi původu);
- obalové materiály, zejména sláma nebo lepenka;
- zbytky zvířat.

#### **Případ pytlacení jezevců ve Velké Británii**

Jezevec je v Británii chráněným druhem, nejběžnějším způsobem jeho pytlacení je vykopávání nor. V autě podezřelé osoby vyšetřovatelé našli dva rýče, na jednom byly chlupy a skvrna od krve. Forezní experti porovnali palynologický profil na rýčích se srovnávacími vzorky získanými z vykopané jezevčí nory. Na rýčích i v noře byly nalezeny spory téže lanýžové houby (jezevec houbu sbíral z kořenů dubu vzdáleného cca 100 m a nosil si ji do nory). Analýza DNA potvrdila, že chlupy na rýči pochází z jezevce. Geologická analýza půdy na rýčích a půdy v okolí nory potvrdila jejich shodu (zdroj: *Wildlife Crime: A guide to the use of forensic and specialist techniques in the investigation of wildlife crime*, 2014).

## 17. Forezní geologie

Forezní geologie zkoumá půdy, písky, minerály, kovy, prach, zbytky rostlin či vláken za účelem zjištění zdrojové lokality, trasy či chronologie pohybu podezřelého. Metoda se hodně rozvíjí v posledních 10 letech, nově se zabývá i mikroplasty.

Velkou výhodou této metody je vysoká úroveň přenosu a značná schopnost půdních materiálů ulpívat na oděvech, botách, autech (pneumatiky, podvozek) či nástrojích, a to po velmi dlouhou dobu. Mikroskopické částičky půdních materiálů na daných površích zůstávají i po umytí, vyprání či jiném čištění.

Zajištěné vzorky půdních materiálů se obecně balí do prodyšných materiálů (vysychání).

### Vykradení hnízda ostříže jižního na Mallorce

Při domovní prohlídce u podezřelého britského občana byly nalezeny letenky a účtenka z hotelu na Mallorce. Načasování cesty i lokalita odpovídaly období hnízdění chráněného ostříže jižního (*Falco eleonora*). Vyšetřovatelé rovněž našli velké množství horolezeckého vybavení a slaňovací lano, jehož část byla pokryta červenohnědou zeminou. Lano odeslali k foreznímu zkoumání a požádali mallorské úřady o spolupráci s odběrem vzorků půdy z místa nad hnízdními útesy na Mallorce, kde bylo předpokládáno, že došlo k výběru hnízd. Následně experti porovnali strukturu křemenných zrn, velikost zrn půdy, chemické složení a pyl. Půda na laně vykazovala shodu se vzorky odebranými na Mallorce u jednoho z hnízdních stanovišť (zdroj: *Wildlife Crime: A guide to the use of forensic and specialist techniques in the investigation of wildlife crime*, 2014).

## 18. Jak legálně zasílat forenzní wildlife vzorky

Vzorky obsahující biologický materiál mohou při přeshraničním zasílání k foreznímu zkoumání podléhat omezením, jež jsou stanovena předpisy veterinárními, celními, CITES ad. Transport vzorků mimo EU (do a z tzv. třetích zemí) vyžaduje odlišné náležitosti a povolení než přeprava vzorků v rámci EU.

### 18.1. Veterinární povolení

Pro dovoz zásilky biologického materiálu ze zemí mimo EU do ČR (včetně dovozu pro výzkumné či forenzní účely) je nutno předem požádat Státní veterinární správu o **stanovení veterinárních podmínek**. Tyto podmínky (souhlas s dovozem) uděluje **Ústřední veterinární správa** dle zákona č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a souvisejících předpisů EU (nařízení Komise (EU) 2019/2122, nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 a nařízení Komise (EU) č. 142/2011).

Stanovené veterinární podmínky platí po dobu 3 měsíců ode dne vystavení. V této době je nutné dovoz vzorků uskutečnit a povolení (stanovené veterinární podmínky dovozu) předložit při proclení zásilky na celním úřadě. Před uplynutím doby platnosti lze požádat o prodloužení stanovených podmínek, po jejím uplynutí je nutno požádat o nové vystavení.

Obvykle jsou stanoveny následující veterinární podmínky pro dovoz (mohou však být nařízena i další omezení):

- zásilka bude předložena na schváleném stanovišti hraniční kontroly EU;
- z místa vstupu do EU musí být dopravena přímo do určeného zařízení;
- dovozce informuje do 5 pracovních dnů místně příslušnou krajskou veterinární správu o příchodu zásilky do místa určení;
- biologický materiál nebude použit mimo deklarovaný účel;
- po ukončení zkoumání bude materiál uchován pro referenční účely či neškodně odstraněn v souladu s předpisy.

Každý dovozce má povinností vést rejstřík všech zásilek a uchovávat obchodní doklady, které zásilku doprovázely po dobu dvou let.

Kromě vystavení dovozních podmínek musí mít každé pracoviště, které nakládá se vzorky, (resp. vedlejšími živočišnými produkty) udělenou **výjimku pro diagnostické, vzdělávací nebo výzkumné účely**. Výjimku uděluje místně příslušná krajská veterinární správa.

Přesun vzorků v rámci ČR i mezi členskými zeměmi EU nepodléhá z veterinárního pohledu žádnému povolení nebo oznámení. Pracoviště mohou odesílat výzkumné a diagnostické vzorky do jiného členského státu EU a nemusí informovat příslušné orgány odesílajícího ani přijímajícího státu prostřednictvím systému TRACES, není vyžadován ani souhlas s přijetím zásilky v souladu s čl. 48 odst. 1 a 3 nařízení (ES) č. 1069/2009. Jediným potřebným dokladem pro přesun vzorků je vyplněný obchodní doklad potvrzený odesílatelem.

Vzor tohoto dokladu lze stáhnout z webu Státní veterinární správy:

- vzor pro přesun v rámci ČR  
[https://www.svscr.cz/?dl\\_name=formulare-ke-stazeni/Obchodni-doklad-VZP-2021-04-08.doc](https://www.svscr.cz/?dl_name=formulare-ke-stazeni/Obchodni-doklad-VZP-2021-04-08.doc);
- vzor pro přesun z ČR do EU a naopak <https://www.svscr.cz/obchodovani-s-veterinarnim-zbozim/osvedceni-v-ramci-eu/ostatni-zivocisne-produkty-ne-k-lidske-spotrebe/>.

## 18.2. CITES povolení

Vzorky pocházející z druhů živočichů a rostlin chráněných úmluvou CITES musí být při dovozu či vývozu z EU opatřeny CITES dovozním či vývozním povolením.

Pravidla stanoví zákon č. 100/2004 Sb. o obchodování s ohroženými druhy, nařízení Rady (ES) č. 338/97, nařízení Komise (ES) č. 865/2006 a vyhláška č. 210/2010 Sb. o provedení některých ustanovení zákona o obchodování s ohroženými druhy.

Dovozní a vývozní povolení CITES v ČR vydává **Ministerstvo životního prostředí** ve správním řízení na základě žádosti. Žádost se podává na 2 formulářích, za přijetí žádosti se platí správní poplatek. Žádost o dovoz nebo vývoz herbariového, muzeálního, sušeného či jinak konzervovaného exempláře a živých rostlin za účelem neobchodního zapůjčení, darování nebo výměny mezi vědci, vědeckými pracovišti evidovanými na seznamu vedeném Ministerstvem životního prostředí může být od poplatku za základě písemné žádosti osvobozena.

Více informací k podání žádosti včetně formulářů lze nalézt zde:

[https://www.mzp.cz/cz/informace\\_pro\\_verejnost\\_cites](https://www.mzp.cz/cz/informace_pro_verejnost_cites)

V souladu s čl. 18 nařízení č. 865/2006 a § 16a zákona č. 100/2004 Sb. je v ČR uplatňován **zjednodušený postup pro obchod s biologickými vzorky** pocházejícími z druhů chráněných CITES. Tento postup mohou využít pouze subjekty registrované Ministerstvem životního prostředí (může jít např. o farmaceutické firmy, laboratoře). Pro registraci je nutno podat žádost (stejně formuláře jako u žádosti o dovoz a vývoz - viz výše), která se vyřizuje ve správním řízení. V žádosti je nutno uvést i seznam druhů CITES, s jejichž vzorky může po schválení žádosti daný subjekt obchodovat. Registrované subjekty poté mohou k vývozu a dovozu biologických vzorků schválených druhů přes vnější hranice EU využívat předem vydané a částečně vyplněné doklady CITES, jež obdrží při registraci. Před vlastní transakcí pracoviště samo doplní chybějící údaje na první stranu povolení nebo potvrzení (např. adresu dovozce) a s ním pak zásilkou se vzorky odesílá. Nemusí tak pro každý jednotlivý dovoz či vývoz žádat o povolení CITES. Nádoba, v níž jsou vzorky přepravovány, musí být označena štítkem s nápisem „CITES Biological Samples“ (případně ve francouzštině či španělštině) a číslem daného dokladu CITES.

Zjednodušený postup se používá např. pro zasílání krevních stěrů, krve ve zkumavce do 5 ml, sekretů (sliny, jed, mléko) do 5 ml, malého množství fixovaných tkání pro histologické a mikroskopické vyšetření, výtěrů pro mikrobiologické vyšetření, buněčných linií a tkáňových kultur in vitro, malého množství vlasů, chlupů, kůže, peří, šupin apod. pro genetické a forenzní zkoušky, analýzu DNA, zjišťování parazitů a patogenů aj. zkoušky. Zasílání vzorků nemusí probíhat pouze mezi dvěma registrovanými subjekty (jako je tomu u vědeckých institucí viz dále), ale může jít i o vzorky komerčního charakteru.

V ČR doposud není registrováno žádné pracoviště, které by využívalo zjednodušený postup pro obchod s biologickými vzorky.

Zjednodušený transport vzorků pro diagnostiku a forenzní výzkum z druhů CITES přes vnější hranice EU do a z třetích zemí umožňuje rovněž **registrace vědecké instituce či forenzního pracoviště CITES**. Tento postup mohou využít pouze pracoviště registrovaná Ministerstvem životního prostředí, která jsou zároveň evidovaná Sekretariátem Úmluvy CITES, jež vede celosvětový registr vědců a vědeckých institucí CITES - Register of scientific institutions CITES (<https://cites.org>).

Pro registraci je nutno podat žádost na Ministerstvo životního prostředí, která je vyřizována ve správním řízení. Registrovaná vědecká pracoviště poté mohou k přesunům (nekomerčním zápůjčkám, darům a výměnám) vzorků přes vnější hranice EU mezi evidovanými vědci a vědeckými institucemi využívat tzv. štítky, jež obdrží při registraci. Nemusí tak pro každý jednotlivý dovoz či vývoz žádat o povolení CITES.

Před vlastní transakcí pracoviště vyplní chybějící údaje na štítku (adresu vývozce a dovozce, popis vzorků, druhy ad.), odtrhne odnímatelnou část štítku (tato část musí být do 1 měsíce zaslána na MŽP) a zbylý štítek připevní na odesílanou zásilku.

Tento zjednodušený postup se netýká pouze vzorků pro diagnostiku a forenzní výzkum, ale i dalších typů exemplářů CITES - může jít o nekomerční zápůjčky, dary a výměny herbářových exemplářů, muzejních exemplářů konzervovaných, sušených, zalitých v konzervačním médiu, živého rostlinného materiálu pro vědecké studium či materiálu pro diagnostiku a forenzní výzkum. Postup často využívají univerzity, muzea, zoologické a botanické zahrady apod., může však být realizován pouze mezi dvěma řádně registrovanými vědeckými pracovišti.

Vědecký štítek CITES.

Pro vnitrouijní zasilání vzorků (v rámci EU) k nekomerčním účelům není nutné vyřizovat CITES povolení nebo potvrzení EU o výjimce ze zákazu komerčních činností (to by bylo nutné jen v případě komerčního nakládání se vzorky druhů z přílohy A). Zásilka by však měla být doprovázena přesným popisem a informacemi i s ohledem na potřebu prokázání zákonného původu vzorků v případě kontroly (např. řádnou darovací smlouvou se specifikací vzorků).

### Přehled registrovaných vědeckých institucí v ČR:

- CZ001 - Botanický ústav Akademie věd ČR, Průhonice
- CZ002 - Národní muzeum, Zoologické oddělení, Praha
- CZ003 - Masarykova univerzita, Botanická zahrada Přírodovědecké fakulty, Brno
- CZ004 - Masarykova univerzita, Ústav botaniky a zoologie Přírodovědecké fakulty, Brno
- CZ005 - Masarykova univerzita, Centrum léčivých rostlin Lékařské fakulty, Brno
- CZ006 - Masarykova univerzita, Botanická zahrada Pedagogické fakulty, Brno
- CZ007 - Univerzita Karlova, Botanická zahrada Přírodovědecké fakulty, Praha
- CZ008 - Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, Katedra biologických disciplin, České Budějovice
- CZ009 - Jihočeská univerzita, Fakulta rybářství a ochrany vod, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Vodňany
- CZ010 - Botanická zahrada hl. M. Prahy, Praha
- CZ011 - Zoologická a Botanická zahrada města Plzně, Plzeň
- CZ012 - Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Brno
- CZ013 - Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav biologie rostlin, Brno
- CZ014 - Mendelova univerzita v Brně, Lesnická fakulta, Ústav lesnické botaniky, dendrologie a geobiocenologie, Brno
- CZ015 - Mendelova univerzita v Brně, Botanická zahrada a arboretum, Brno
- CZ016 - Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Centrum environmentálních forenzních věd při Ústavu pro životní prostředí, Praha

## 18.3. Proclení vzorků

Zásilky obsahující biologické vzorky **podléhají celnímu dohledu** a musí být při vstupu do ČR z mimounijních zemí řádně procleny.

Pokud příjemce za vzorky neplatí, pak se nejedná o prodej a nevystavuje se faktura. Celní úřad však musí určit celní hodnotu zboží při dovozu. Je proto vhodné, aby odesílatel přiložil k zásilce proforma fakturu nebo jiný doklad, z něhož vyplývá reálná cena vzorků. Je nutno zdůraznit, že **nelze uvést nulovou hodnotu** (každé zboží má nějakou hodnotu, i to, za které se neplatí).

V případě zjednodušeného transportu vzorků CITES druhů mezi registrovanými vědeckými institucemi (viz výše) je nutno v příslušném celním prohlášení, leteckém nákladovém listu, poštovní průvodce nebo jiném dokladu uvést, že obsahem zásilky jsou exempláře CITES přesouvané v rámci neobchodního styku mezi vědeckými a forenzními institucemi CITES podle článku 7 odst. 4 nařízení ES č. 338/97 a podle článku VII odst. 6 Úmluvy CITES.

Při zasílání vzorků v rámci území EU není třeba zásilku proclívat a nepodléhá celní kontrole.

## 19. Ochranné pomůcky, osobní bezpečnost

Manipulace s živými i neživými exempláři živočichů a rostlin může být za určitých okolností riziková a ohrožovat zdraví příslušných pracovníků. Riziko může souviset s terénními, povětrnostními či světelnými podmínkami, živá zvířata mohou manipulujícím osobám způsobit zranění, neživé exempláře mohou být rizikové z hlediska nákazy či otravy atd. Je třeba si uvědomit, že jakýkoli biologický materiál může potenciálně obsahovat infekční mikroorganismy, a proto je nutné k němu přistupovat s obezřetností, omezit manipulaci na nezbytně nutné úkony a využívat vhodné ochranné pomůcky.

Existuje mnoho infekčních chorob přenositelných ze zvířat na člověka (původcem mohou být viry, bakterie, houby, paraziti). Téměř 75 % závažných infekčních onemocnění lidí je zoonotického původu a 2/3 z těchto chorob pochází z volně žijících zvířat. Zvířata byla vždy rezervoárem patogenů, které se přesouvaly díky přirozenému pohybu svých nositelů (migrace). Lidská činnost (zámořské cesty, globalizace, pronikání do nedostupných míst...) však napomohla patogenům překonávat přirozené bariéry.

**Obchod s wildlife je dnes považován za hlavní kanál šíření patogenů.** Rizikové nejsou pouze nelegální zásilky, ale patogeny cirkulují i v legálně obchodovaných a dovážených zvířatech. Podle studie provedené ve Velké Británii bylo v letech 2014-2018 do UK dovezeno 48 milionů zvířat neCITES druhů (jednalo se o cca 375 dovozů ročně, největší objem zásilek byl z Asie a severní Ameriky). Přesun takového množství zvířat znamená i možnosti přesunu infekčních agens. Veterinární kontroly a opatření nejsou zdaleka nastaveny a prováděny natolik efektivně, aby případnému riziku zabránily. Bohužel se objevují i nové patogeny přenášené z divokých zvířat (část patogenů je dosud nepoznaná). To vše je třeba mít na paměti při práci s případy wildlife kriminality. Zvláštní opatrnost je zapotřebí u exotických druhů a jedinců veterinárně neznámého původu.

Přenosné na člověka jsou většinou savčí zoonózy, největší riziko představují patogeny primátů a masožravců. Riziková jsou i místa, kde se akumuluje trus ptáků či hlodavců. K přenosu zoonóz dochází v důsledku poranění od zvířete (kousnutí, drápnutí, poranění zobákem), kontaktu s jeho tělními tekutinami, exkrementy, vdechnutím aerosolu (prsknutí/kýchnutí zvířete, prach z kontaminovaného trusu, manipulace s kadávery) či díky nedostatečné hygieně při práci.

Nelze podceňovat ani riziko zavlečení patogenů ohrožujících hospodářská zvířata či původní volně žijící druhy, jak se již stalo v minulosti (např. psinka, vzteklna, mor prasat, chytridiomykóza obojživelníků ad.).

### Doporučené ochranné pomůcky:

- ✓ jednorázové nitrilové rukavice
- ✓ ochranný oblek Tyvek
- ✓ gumové boty (příp. jednorázové návleky)
- ✓ rouška, respirátor
- ✓ ochranné brýle
- ✓ papírové utěrky
- ✓ desinfekční sprej
- ✓ desinfekční ubrousky (např. Mikrozid AF)
- ✓ antibakteriální mýdlo
- ✓ základní lékárnička

Při manipulaci s živými zvířaty i neživým biologickým materiálem je nutno **vždy používat ochranné pomůcky!** Ochranné pomůcky se do určité míry liší při práci s živými zvířaty, kdy je nutno primárně eliminovat riziko poranění (např. kožené rukavice chránící proti kousnutí), a při zajišťování biologických stop a odběru vzorků, kdy je vhodné používat spíše **jednorázové pomůcky.**

Při manipulaci s kadávery zvířat či otrávenými návnadami jsou naprostým základem jednorázové nitrilové rukavice (v některých případech se používají i dvojité), ochranný oblek (kombiněza Tyvek) a krycí návleky na boty (příp. gumové boty holínky). Ochranné brýle (nebo obličejový štít) a respirátor/

rouška zabraňují vdechnutí kontaminovaného aerosolu či prachu.

Riziko nemusí představovat jen případné patogeny, ale také toxické pesticidy, které se používají při trávení volně žijících živočichů. Některé z těchto látek jsou extrémně toxické i pro člověka.

Pokud lze předpokládat, že vzorek (kadáver apod.) může obsahovat nebezpečné patogenní mikroorganismy, nemělo by s ním být manipulováno v místech, kde může hrozit únik těchto mikroorganismů do prostředí. V takovémto případě by měl být vzorek zabezpečen zabalením do nepropustného obalového materiálu a převezen k dalším úkonům do laboratoře specializované na zacházení s potenciálně nebezpečnými materiály.

*Základní ochranné pomůcky (foto Zdeněk Novák).*



## 19.1. Nakládání s rizikovým materiálem (bushmeat, primáti)

Pojem „bushmeat“ znamená maso divokých zvířat (sloni, lidoopi, primáti, lesní antilopy, krokodýli, hlodavci, luskouni, želvy, varani, zoborožci, malé šelmy atd.). Obvykle je toto maso částečně tepelně upravené (zauzené, ohrilované), ale tepelná úprava nebývá dostatečná. Jde o velmi rizikový materiál z hlediska možného přenosu patogenů jako je antrax, SIV virus (opičí HIV), ebola apod. Při kontrole zásilek s „bushmeat“ se nevyplatí jakkoli podceňovat zásady bezpečné manipulace, je vhodné mít nasazený respirátor (N95 či lepší), a to již při vstupu do skladových prostor. Stejná opatrnost by měla být při přímé manipulaci s materiály, z nichž hrozí možný přenos patogenů vzduchem, např. s čerstvými tkáněmi rizikových druhů, papoušky neznámého původu, vodním ptactvem apod.

Odběr vzorků bushmeatu je nejvhodnější nechat na laboratoři, transportován by měl být ideálně ve třech uzavíratelných plastových sáčcích v zamraženém stavu. Důležité je řádné označení a upozornění na hrozící biologické riziko („Biohazard“). Po provedení analýz je nutné bushmeat skladovat v zamraženém stavu ve vyhrazeném mrazicím boxu do doby, než bude zlikvidován spálením.

Obezřetnost je namístě i při kontrole dovážených živých primátů, kde navíc hrozí riziko kousnutí, drápnutí nebo poprskání (kapénkový přenos patogenů). Vhodné je použití obličejového štítu místo brýlí, obzvláště u makaků, kteří jsou nositeli pro člověka smrtelného opičího herpes B-viru. Při případné manipulaci je kromě latexových/nitrilových rukavic důležité použít i kožené pevné rukavice chránící před pokousáním.



## 19.2. Příklady zoonóz

- **psitakóza**  
Způsobuje ji bakterie *Chlamydophila psittaci*, přenáší se trusem, respiračními sekrety a peřím papouškovitých ptáků, holubů, méně často jiných druhů ptáků.
- **tetanus**  
Způsobuje ji bakterie *Clostridium tetani*, do těla proniká ranou či řezem v kůži, kousnutím nebo škrábnutím.
- **toxoplazmóza**  
Způsobuje ji prvok *Toxoplasma gondii*, rizikové jsou kočičí výkaly (kočka je finální hostitel) nebo jakékoliv nedostatečně tepelně upravené maso obsahující tkáňové cysty.
- **leptospiróza**  
Způsobuje ji bakterie *Leptospira interrogans*, vyskytuje se u hlodavců, nebezpečná je pro jiné savce jako jsou psi, kočky, skot apod., které může i zabít. Rizikový je kontakt s hlodavčí močí.
- **tuberkulóza skotu**  
Způsobuje ji bakterie *Mycobacterium bovis*, kromě skotu chorobu mohou mít i jezevci (manipulace v silných rukavicích).
- **netopýří vzteklina**  
Způsobuje ji *Lyssavirus*, v Evropě se jedná o typy 1 a 2 (EBVL1 a 2), které jsou blízce příbuzné s virem normální vztekliny, jsou běžné u netopýřů ve Velké Británii.
- **salmonelóza**  
Způsobuje ji nejčastěji bakterie *Salmonella enteritidis*, přenos od savců, ptáků a plazů, kteří nemusí mít žádné příznaky, infekční je trus.
- **botulismus**  
Bakterie *Clostridium botulinum* způsobuje otravy, k produkci botulotoxinu vyžaduje anaerobní podmínky, tj. bez přístupu kyslíku. Rizikové jsou raci, labutě a kachny.
- **ptačí chřipka**  
Způsobují ji ptačí chřipkové viry (např. H5N1), výskyt především u vodních ptáků, přenos aerosolem, pro člověka většinou není riziková.

### 19.3. Hygiena

Při manipulaci s biologickým materiálem a vzorky je důležité nejíst, nepít, nekouřit a nedotýkat se obličeje. Dlouhé vlasy by měly být staženy dozadu, nebo skryty pod jednorázovou pokrývkou hlavy.

Po manipulaci je nutné si důkladně umýt ruce antibakteriálním mýdlem po dobu nejméně 20 sekund a ruce poté zcela osušit. Jakékoli škrábance, řezné rány, vpichy, postříkání tekutinou apod. je třeba okamžitě důkladně vypláchnout vodou a omýt antibakteriálním mýdlem. Pro případný výplach zasažených očí je doporučeno použít fyziologický roztok (9 gramů soli v litru vody). O riziku expozice musí být informován nadřízený.

Veškeré vybavení, které není na jedno použití, musí být po skončení práce důkladně vyčištěno a dezinfikováno. K očištění pracovních ploch či znečištěných nádob se používají dezinfekční činidla na bázi ethanolu (min. 70%, kovové předměty) nebo chlóru (10% bělidlo, plastové nebo gumové předměty).

Jednorázové ochranné prostředky je nutno po použití vložit do uzavíratelných pytlů a zlikvidovat vhodným způsobem. V případě vysokého rizika se používají pytle či kontejnery na biologický rizikový odpad a likvidace adekvátní tomuto typu materiálu. Kontejnery na infekční odpad by měly být při převozu bezpečně připevněny v nákladovém prostoru vozidla (nepřepravovat v prostoru pro cestující). Pytle a kontejnery je vhodné opakovaně desinfikovat i zvenčí postříkáním dezinfekčním prostředkem.



Ohledání neznámého biologického materiálu zajištěného při Operaci Lovec (foto Zdeněk Novák).

# Příloha A

## Seznam využitelných forezních pracovišť

V současné době žádná ze státních institucí v ČR nedisponuje odborným pracovištěm, které by bylo schopno poskytovat forezní podporu v případech wildlife kriminality v kompletním potřebném rozsahu. Státní orgány proto obvykle zadávají zpracování odborných posudků externím subjektům a odborníkům. V rámci Policie ČR se obecně forezními analýzami zabývá Kriminologický ústav Policie ČR a regionální pracoviště OKTE, u Generálního ředitelství cel pak Celně technická laboratoř. Tato pracoviště jsou však primárně zaměřena na jiné typy kriminality a jejich využití pro podporu vyšetřování u případů wildlife crime je zatím spíše okrajové.

Následující seznam zahrnuje subjekty, které se cíleně zabývají forezním zkoumáním z oblasti wildlife kriminality (nejde o výčet všech dostupných odborníků v daném vědním oboru). Seznam je zpracován dle situace v roce 2024, rámcově je rozčleněn dle jednotlivých oblastí zkoumání.

### Morfologické určení druhu

#### Univerzita Karlova, Centrum environmentálních forezních věd

- Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta UK, Benátská 2, 128 01 Praha 2  
datová schránka: pij9b4, <https://forensics.natur.cuni.cz/>
- **odborně renomované pracoviště, znalecký ústav:**
  - morfologická determinace chráněných druhů včetně výrobků a produktů z nich (živočišné druhy: obratlovci);
  - zařazení do kategorie ochrany, legislativa, příp. individuální identifikace;
  - biologické informace o druzích, ohrožení ve volné přírodě, využívání člověkem;
  - informace k nelegálnímu obchodu.

#### **Znalci:**

- Mgr. Pavla Říhová - obor Ochrana přírody, specializace Biologicko - identifikační posouzení druhů v rámci CITES;
- RNDr. Dominika Formanová, Ph.D. - obor Ochrana přírody, specializace Ohrožené druhy volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin;
- Přf UK je znaleckým ústavem v oboru Biologie a Chemie.

Centrum se přímo zaměřuje na odbornou podporu orgánů státní správy a na výzkum související s forezním dokazováním u wildlife případů. Může poskytnout odborná vyjádření či znalecké posudky v oblasti morfologické determinace živočichů či problematiky ochrany ohrožených druhů a tzv. wildlife crime. Pracovníci centra mají mnohaletou zkušenost s kontrolní činností CITES (dřívější působnost na ČIŽP) a s determinací nejen živých živočichů či celých kadáverů, ale rovněž s determinací výrobků (např. ze slonoviny, rohoviny a dalších biologických materiálů) a částí těl (kosti, zuby, drápy, kůže, peří ad.). Mgr. Říhová disponuje certifikátem Society for Wildlife Forensic Science pro determinaci slonoviny (Wildlife Forensic Ivory Proficiency Testing č. 103122). Odborníci centra mnohokrát zpracovávali odborná vyjádření i znalecké posudky v oblasti wildlife pro Policii ČR, Celní správu, asistovali u realizací trestních případů wildlife crime a opakovaně svědčili před soudem. Dle domluvy je možná asistence u realizací a domovních prohlídek v pozici odborných konzultantů, zpracovatelů odborného vyjádření či jako znalců. Součinnost je možná rovněž při ověřování identity exemplářů pomocí individuálně identifikačních znaků.

CEFV má k dispozici srovnávací sbírky, odbornou literaturu, technické vybavení (mikroskop Dino-Lite, UV světlo ad.).

Centrum úzce spolupracuje s Ministerstvem životního prostředí (externí expertní činnost) a s Agenturou ochrany přírody a krajiny (členství v odborné skupině CITES). Pracovníci centra jsou členy Interpol Wildlife Crime Working Group, Society for Wildlife Forensic Science a Animal, Plant and Soil Traces Group (European Network of Forensic Science Institutes).

CEFV se věnuje osteologickému výzkumu, výzkumu stabilních izotopů pro určení geografického původu a chemickým analýzám. Odborná činnost je rovněž propojena s Akademií věd ČR (viz dále u příslušných kapitol).

- **Cena posudku:** dohodou v závislosti na rozsahu a časové náročnosti, cena za zpracování znaleckých posudků se řídí příslušnou vyhláškou k zákonu o znalcích.
- **Uchování vzorků:** centrum nedisponuje větším skladovacím prostorem, je možné uskladnění pouze drobnějších předmětů za účelem zkoumání.
- **Kontakty:**
  - Mgr. Pavla Říhová, [pavla.rihova@natur.cuni.cz](mailto:pavla.rihova@natur.cuni.cz), [cites@natur.cuni.cz](mailto:cites@natur.cuni.cz), tel. 605 470 162;
  - Mgr. Zdeněk Novák, [zdenek.novak@natur.cuni.cz](mailto:zdenek.novak@natur.cuni.cz), tel. 608 862 756;
  - RNDr. Dominika Formanová, Ph.D., [dominika.formanova@natur.cuni.cz](mailto:dominika.formanova@natur.cuni.cz), tel. 792 369 125.

## Genetické analýzy

### Forezní DNA servis s.r.o.

- Laboratoř: Fakultní nemocnice Bulovka, Bulovka 1606/1, 180 00 Praha 8  
datová schránka: ad3p3ny, <http://www.fdnas.cz/>
- **odborné pracoviště/privátní laboratoř** - druhová identifikace biologického materiálu pomocí genetických metod, individuální identifikace, určení příbuzenského vztahu (parentita)

#### **Znalec:**

- RNDr. Daniel Vaněk, Ph.D. - specializace Molekulární biologie a DNA diagnostika, Správná laboratorní praxe, Forezní biologie a genetika.

Laboratoř je schopna provádět druhovou identifikaci živočišného biologického materiálu (včetně forezních vzorků), dále pak individuální identifikaci a ověření příbuznosti u tygra, lva a jejich hybridů, včetně porovnání s referenční databází DNA profilů; u papoušků druhu kakadu palmový a ara hyacintový (případně fylogeneticky příbuzných druhů) a dalších živočišných druhů. Laboratoř využívá validované postupy splňující doporučení ISFG (International Society for Forensic Genetics) pro genetické analýzy živočichů ve vyšetřování. Při analýzách jsou dodržovány postupy dle ISO 17025 a ILAC G:19. Laboratoř v současné době není akreditována dle normy ISO 17025 pro zkušební a kalibrační laboratoře.

RNDr. Daniel Vaněk, Ph.D. má dlouholetou praxi v oboru forezního dokazování v oblasti lidské i živočišné genetiky, je členem mezinárodní společnosti Society for Wildlife Forensic Science a pracovní skupiny Animal, Plant and Soil Group ENFSI (European Network of Forensic Science Institutes). Znalecké posudky a odborná vyjádření týkající se živočichů podává od roku 2013, opakovaně svědčil před soudem.

- **Cena znaleckého posudku/odborného vyjádření:**
  - druhová determinace cca 8000 Kč/vzorek (bez DPH);
  - individuální identifikace a ověření příbuznosti: cena závisí na povaze případu (stav vzorků, potřeba dodatečného výzkumu, validace apod.). Časovou dotaci na zpracování genetické analýzy nelze jednoznačně stanovit, obecně se jedná o týdny až měsíce. Dle dohody a aktuálních časových možností je laboratoř schopna odběr/zajištění genetického materiálu pro analýzu provést sama.
- **Kontakt:**
  - RNDr. Daniel Vaněk, Ph.D., e-mail [daniel.vanek@fdnas.cz](mailto:daniel.vanek@fdnas.cz), tel. 603 979 915, kancelář: 731 503 250

### **Genomia s.r.o.**

- Republikánská 6, 312 00 Plzeň, datová schránka: vzd74mq, <https://www.genomia.cz/cz/>
- **odborné pracoviště/privátní laboratoř** - genetické určení druhu, ověřování příbuznosti, identity

#### **Soudní znalec:**

- Mgr. Markéta Dajbychová, obor Veterinářství, specializace Molekulární genetika u zvířat analýzou DNA

Laboratoř se zabývá genetickými analýzami - stanovení živočišného druhu, ověřování příbuznosti a identifikace jedince, stanovení pohlaví u ptáků a savců. Zaměřena je především na ptáky (dravci, papoušci) a pohlaví savců. V roce 2023 laboratoř zavedla postupy na zpracování forenzních vzorků (kosti, rohy, zuby, kožešiny, peří).

Genomia je zkušební laboratoř akreditovanou Českým institutem pro akreditaci dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018 pod číslem 1549 (akreditace od roku 2009). Je členem International Society for Animal Genetics (ISAG) a International Society of Forensic Genetics (ISFG) a pravidelně se účastní ISAG srovnávacích testů kvality a testů APST ENFSI (Animal Species Identification Proficiency Test). Laboratoř je uvedena v seznamu forenzních laboratoř doporučených Sekretariátem CITES (Directory of Laboratories that Conduct Wildlife Forensic Testing:

[https://cites.org/sites/default/files/EST/CITES\\_Directory\\_of\\_forensic\\_labs\\_rev\\_2023.pdf](https://cites.org/sites/default/files/EST/CITES_Directory_of_forensic_labs_rev_2023.pdf)).

- **Cena posudku:**
  - od 2000 Kč/vzorek, cenu je však vždy předem konkrétně dojednat (závisí na druhu živočicha, povaze analýzy a typu vzorku).
- **Kontakt:**
  - Mgr. Markéta Dajbychová, e-mail [laborator@genomia.cz](mailto:laborator@genomia.cz), [marketa.dajbychova@genomia.cz](mailto:marketa.dajbychova@genomia.cz), tel. 724 028 493, datová schránka znalce: fsut5i4

### **Kriminalistický ústav Policie České republiky**

- pošt. schr. 62/KÚ, Strojnická 27, 170 89, Praha 7, datová schránka: rrp7zw
- specializovaný státní ústav, biologické expertízy, genetika, forenzní botanika, forenzní zoologie, forenzní entomologie, balistika, chemie a fyzikální chemie

#### **Soudní znalci:**

- Kriminalistický ústav je soudně znaleckým ústavem pro obor Kriminalistika, odvětví Kriminalistická balistika, Kriminalistická entomologie, Kriminalistická genetika (specializace Zkoumání zvířecího a rostlinného biologického materiálu z kriminalistického hlediska) a Kriminalistická speciální biologie (specializace Analýza kriminalisticky relevantního botanického, zoologického, trichologického a biologického materiálu).

Kriminalistický ústav Praha (spolu s regionálními útvary OKTE) je specializované pracoviště Policie ČR, které se zabývá forenzním dokazováním v trestních případech. Většina forenzní činnosti a expertíz je zaměřena na humánní kriminalitu. Případy souvisejícími se zvířaty či rostlinami se zabývá oddělení speciální biologie (pouze KÚ). Jde např. o rostlinné drogy, rostlinné fragmenty z místa činu, poškození čelního skla zvířetem, napadení člověka či domácích zvířat zvířetem apod. Posudky pro případy wildlife crime jsou doposud zpracovávány zejména z oblasti pytláctví, týrání zvířat a množření zvířat (především psů).

Z morfologických metod je nejčastěji používána forenzní botanika a zoologie, dále pak determinace trichologického materiálu a forenzní entomologie. Z genetiky jde o druhovou determinaci obratlovců, bezobratlých a rostlin, stanovení pohlaví u jelenovitých, individuální identifikace psů a koček (parentita), genetické profilování konopí a stanovení predispozice pro tvorbu THC. Kriminalistický ústav využívá pro determinaci živočišných druhů rovněž imunologii, histologii a sérologii. KÚ dále provádí balistické analýzy, analýzy povýstřelových zplodin a chemické analýzy (odd. balistiky, odd. chemie).

Kriminalistický ústav má akreditaci ČIA (zkušební laboratoř č. 1494) pro průkaz typu a původu biologického materiálu, analýzy trichologického materiálu a chemických látek, balistiky, trasologie aj. Je členem pracovních skupin ENFSI, např. Animal, Plant and Soil Traces, a Evropské společnosti pro forenzní entomologii.

- **Cena analýzy:** v dosavadních případech nezpлатněno.
- **Kontakt:**
  - Ing. Hana Šuláková, Ph.D., [hana.sulakova@pcr.cz](mailto:hana.sulakova@pcr.cz), tel. 735 781 880

### Ústav biologie obratlovců Akademie věd ČR

- Květná 8, 603 00 Brno, datová schránka: xcznq8p
- **odborně renomované pracoviště** - genetika populací vybraných chráněných druhů obratlovců

Ústav se zabývá výzkumem obratlovců v oblastech populační a ochranné genetiky, srovnávací morfologie, parazitologie ad. Vzhledem k dlouhodobě prováděnému genetickému monitoringu populací zejména rysa ostrovida, kočky divoké a tetřívka obecného, je schopen ověřit geografický původ jedince pomocí genetické analýzy (viz také kapitola Ověření příslušnosti k populaci či identity jedince).

**Centrum aplikované zoologie ÚBO AVČR** nabízí genetické a znalostní služby v oboru vertebratologie, např. jednoduché genetické analýzy - identifikace druhu/poddruhu, druhových kříženců, genetické linie, určení pohlaví apod. Spravuje srovnávací sbírku tkáňových vzorků obratlovců - Genetická banka ÚBO ([https://www.ggbn.org/ggbn\\_portal/search/index](https://www.ggbn.org/ggbn_portal/search/index), repository code IVB, databáze vzorků).

- **Cena posudku:** není známa, záleží na náročnosti analýzy.
- **Kontakty:**
  - Mgr. Jarmila Krojerová, Ph.D., [krojerova@ivb.cz](mailto:krojerova@ivb.cz), tel. 543 422 543; <https://www.ivb.cz/team/skupina-ochranarske-biologie/>;
  - Mgr. Barbora Rolečková, Ph.D., Centrum aplikované zoologie, [roleckova@ivb.cz](mailto:roleckova@ivb.cz), <https://www.ivb.cz/ustav/zoologicke-sluzby/>.

## Určování stáří neživých exemplářů

### Radiouhlíková laboratoř CRL, Ústav jaderné fyziky, v. v. i., Akademie věd ČR

- Hlavní 130, 250 68 Husinec - Řež, datová schránka: t8xmzqw, [www.ujf.cas.cz/cs/crl](http://www.ujf.cas.cz/cs/crl)
- **renomované odborné pracoviště**, radiouhlíkové datování, analýza stabilních izotopů, další odborné analýzy

Ústav jaderné fyziky provozuje radiouhlíkovou laboratoř s mezinárodním kódem CRL, která se zabývá radiouhlíkovým datováním pro potřeby archeologie, geologie, paleoekologie, sledování <sup>14</sup>C v současném životním prostředí a kvantifikací obsahu biouhlíku v palivech a průmyslových surovinách. V oblasti wildlife provádí **analýzy izotopu <sup>14</sup>C pro radiouhlíkové datování** pomocí bombového píku u předmětů pocházejících z ohrožených druhů živočichů a rostlin. Datování lze provádět u kostí, slonoviny, rohoviny, zubů, drápů, kůží, srsti, peří, zobáků, dřeva, pylů, rostlin, semen, ulit a dalších materiálů.

K měření zbytkové aktivity <sup>14</sup>C ve vzorcích laboratoř využívá vlastní unikátní zařízení AMS MILEA (Accelerator Mass Spectrometry, urychlovačová hmotnostní spektrometrie), které umožňuje analyzovat vzorky s minimálními nároky na hmotnost.

Laboratoř provádí i jiné typy analýz, např. gama spektrometrické analýzy dalších radionuklidů, analýzy chemické struktury materiálu pomocí FTIR (infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací), molekulárně specifickou radiouhlíkovou analýzu pomocí plynového chromatografu s hmotnostním spektrometrem a analýzy lehkých stabilních izotopů pomocí IRMS (poměrová hmotnostní spektrometrie). Laboratoř dlouhodobě spolupracuje s ČIŽP a Celní správou, pro které zpracovává radiouhlíkové analýzy za účelem stanovení stáří zadržovaných předmětů z ohrožených druhů živočichů. Pracovníci ÚJF mají zkušenosti se zpracováním odborných vyjádření i se svědectvím před soudem.

Laboratoř vypracovala interní předpisy pro zajištění kvality analýzy, mimo jiné jde i o minimalizaci rizika záměny vzorků či kontaminace. Jednotlivé kroky analýzy <sup>14</sup>C jsou prováděny na základě standardizovaných, mezinárodně uznávaných postupů. Radiouhlíková laboratoř nemá akreditaci (obdobně jako většina zahraničních radiouhlíkových laboratoř, které jsou obvykle provozovány při univerzitách a výzkumných institucích), běžně se však účastní srovnávacích testů k porovnání spolehlivosti analýz. Postupy k zajištění jakosti odpovídají požadavkům, které jsou vyžadovány pro akreditaci.

- **Cena analýzy:** 7500 Kč/vzorek (včetně DPH). Obvyklá doba zpracování je v rozmezí 2-3 měsíců od dodání vzorků do laboratoře.
- **Kontakty:**
  - Ing. Kateřina Pachnerová Brabcová, [brabcova@ujf.cas.cz](mailto:brabcova@ujf.cas.cz), tel. 266 177 220;
  - Ing. Ivo Světlík, Ph.D., [svetlik@ujf.cas.cz](mailto:svetlik@ujf.cas.cz), tel. 266 177 233.

## Patologie, parazitologie

### Veterinární univerzita Brno, Ústav patologické morfologie a parazitologie

- Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno-Královo Pole, datová schránka: yzcyj9e8 (Fakulta veterinárního lékařství)
- **renomované odborné pracoviště** - veterinární patologie, parazitologie, toxikologie

#### **Znalecký ústav:**

- Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinárního lékařství, je znaleckým ústavem v oboru Veterinární medicína.

Univerzitní pracoviště Ústavu patologické morfologie a parazitologie Fakulty veterinárního lékařství se zabývá diagnostikou příčin úhynu živočichů a parazitologickým zkoumáním včetně parazitů exotického původu. Provádí rovněž histopatologické, virologické, mikrobiologické, elektronově-mikroskopické a toxikologické vyšetření.

Ústav disponuje velkou pitevnu (výuka studentů) vybavenou i pro pitvy velkých zvířat s návazností na další specializovaná pracoviště (parazitologie, anatomie). U vybraných druhů (např. vlk, rys, vydra) je před každou pitvou prováděno rtg vyšetření pro posouzení rozsahu traumatického poškození, potvrzení/vyloučení srážky s autem nebo střelného poranění. Postup pitvy je dokumentován fotograficky, finálně je zpracován pitevni protokol.

Dle požadavků jsou odebírány vzorky k provedení dalších vyšetření a zajištění stop pro orgány činné v trestním řízení. V případě potřeby je prováděno histopatologické vyšetření tkání/částí orgánů pod světelným mikroskopem či jsou využívány speciální histochemické a imunohistochemické metody. Při zkoumání je možné konzultovat Ústav anatomie, histologie a embryologie, např. co se týče určování nalezených kosterních pozůstatků zvířat. V omezené míře lze u určitých druhů odhadnout věk zvířete podle růstových zón (na základě rtg vyšetření).

Při podezření na virové nákazy se provádí elektronově-mikroskopické vyšetření (VÚVeL, MVDr. Pavel Kulich, Ph.D.) či PCR vyšetření k průkazu konkrétního viru. U čerstvě uhynulých zvířat je prováděno mikrobiologické vyšetření (kultivace původců bakteriální etiologie), toto vyšetření není vhodné u zamrazených kadáverů či u zvířat s výraznými posmrtnými změnami. Parazitologické vyšetření závisí na druhu zvířete a parazitů.

Při podezření na otravu jsou odebírány vzorky pro chemickou/toxikologickou analýzu. Některé látky lze stanovit přímo na VETUNI na Ústavu toxikologie, častěji jsou vzorky odesílány na SVÚ Jihlava nebo na Ústav soudního lékařství FN u sv. Anny v Brně nebo na Lékařskou fakultu MU Brno.

Pracovníci ústavu se mnohokrát podíleli na zkoumání kadáverů v rámci závažných trestních kauz (spolupráce s Celní správou, AOPK, ČIŽP a CEFV UK).

- **Cena posudku:** není známa.
- **Uchování vzorků:** Ústav disponuje chladicí místností, dlouhodobé uchování zamrazených kadáverů však není možné.

- **Kontakty:**
  - MVDr. Lucia Frgelecová, Ph.D., [frgelecoval@vfu.cz](mailto:frgelecoval@vfu.cz); tel. 608 736 603 (veterinární patologie);
  - MVDr. Martin Pyzsko, Ph.D., [pyzskom@vfu.cz](mailto:pyzskom@vfu.cz), Ústav anatomie, histologie a embryologie (konzultace při určování nalezených kosterních pozůstatků).

### **Státní veterinární ústav Praha**

- Sídlištní 136/24, 165 03 Praha-Lysolaje, datová schránka: hizj7d7, <https://www.svupraha.cz/>
- **diagnostická laboratoř** - veterinární patologie, parazitologie, toxikologie

SVÚ Praha se zabývá laboratorní diagnostikou nálezů, onemocnění a stanovením příčin úhynu zvířat. V oblasti forenzního dokazování se ústav věnuje **veterinární patologii k určení příčin smrti** (včetně mikrobiologického, parazitologického a případně toxikologického vyšetření). Laboratoře SVÚ Praha jsou akreditovány ČIA podle ISO 17025:2018. Akreditováno je 250 zkoušek z různých oborů laboratorní diagnostiky, z oboru veterinární patologie je akreditováno patologicko-anatomické vyšetření (pitva). SVÚ Praha s ohledem na vytíženost v laboratorní diagnostice neprovádí konkrétní činnosti v terénu jako např. ohledávání kadáverů a zajišťování stop.

- **Cena posudku:** od 10 000 Kč výše, závisí na požadovaných vyšetřeních, např. prokazování intoxikací cenu výrazně navyšuje. Orientační časová dotace na zpracování znaleckých posudků je 1,5 měsíce.
- **Uchování vzorků:** SVÚ Praha má omezenou kapacitu pro uchování vzorků v mrazicím boxu (je schopen uchovat pouze předměty/vzorky do cca 1 kg a doba uchování je 1 měsíc od dodání posudku).
- **Kontakty:**
  - MVDr. Ondřej Horák (patologie), [ondrej.horak@svupraha.cz](mailto:ondrej.horak@svupraha.cz), tel. 721 503 737;
  - MVDr. Lada Hofmannová, Ph.D. (parazitologie), [lada.hofmannova@svupraha.cz](mailto:lada.hofmannova@svupraha.cz), tel. 722 772 524;
  - Ing. Ondřej Máca, Ph.D. (parazitologie), [ondrej.maca@svupraha.cz](mailto:ondrej.maca@svupraha.cz), tel. 770 119 013.

### **Státní veterinární ústav Jihlava**

- Rantířovská 93/20, Horní Kosov, 586 01 Jihlava, datová schránka: wwkdthw, <https://www.svujihlava.cz/>
- **diagnostická laboratoř** - veterinární patologie, toxikologie

#### **Znalec:**

- MVDr. František Kostka, specializace Veterinární patologie

SVÚ Jihlava se zabývá diagnostikou úrazů a násilných forem úhynu živočichů, intoxikací, infekčních a parazitárních onemocnění. V oblasti forenzního dokazování ústav provádí především patologické zkoumání (pitvy, histopatologická vyšetření) a chemické zkoumání, případně parazitologické vyšetření. Výsledný výstup je podáván formou odborného vyjádření či znaleckého posudku.

SVÚ Jihlava je zkušební laboratoř č. 1129 akreditovanou ČIA dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018. V rámci akreditace jsou stanoveny přesné metodické postupy zpracování vzorků. Identita vzorku je v celém průběhu vyšetření zajištěna příjmovým číslem a čárovým kódem.

- **Ceny vyšetření** jsou dostupné na webových stránkách SVÚ Jihlava. Obecně lze ceny pitev a histopatologického vyšetření kalkulovat v řádu stovek až tisíců Kč dle rozsahu, obtížnosti a velikosti zvířete. Vypracování znaleckých posudků se řídí vlastním sazebníkem daným příslušnou vyhláškou, a obecně se pohybuje v řádu 10 000 až 15 000,- Kč v případě běžných posudků. Ceny toxikologických analýz se pohybují v tisících Kč za vyšetření. Orientační lhůta pro zpracování analýz je variabilní, ve většině případů se však pohybuje v rozmezí 1-2 týdnů, v případě znaleckých posudků 4-6 týdnů. V odůvodněných případech lze po předchozí domluvě zajistit provedení pitvy velkých zvířat v terénu či v asanačním ústavu.
- **Uchování vzorků:** Vyšetřovaný materiál v podobě odebraných orgánů a tkání zvířat je



standardně uchováván v zamrazeném stavu po dobu následných 30 dnů, na základě speciálního požadavku i déle. Možnost uchování celých kadáverů je limitována kapacitou skladovacího prostoru. Reálně je uchování spíše menších zvířat do hmotnosti 10 kg, max. 20 kg po dobu několika měsíců.

- **Kontakty:**

- MVDr. František Kostka, e-mail [kostka@svujihlava.cz](mailto:kostka@svujihlava.cz), tel. 606 762 310, 567 143 218;
- MVDr. Pavla Příhodová, e-mail [prihodova@svujihlava.cz](mailto:prihodova@svujihlava.cz), tel. 728 299 398, 567 143 218.

### **Státní veterinární ústav Olomouc**

- Jakoubka ze Stríbra č. 1, 779 00 Olomouc, datová schránka: 6kbnxj, <https://svuolomouc.cz/>
- **diagnostická laboratoř, znalecký ústav** - veterinární patologie, toxikologie, parazitologie aj.

#### **Znalecký ústav:**

- SVÚ Olomouc je znaleckým ústavem pro obor Veterinární medicína, odvětví koně, lovná zvěř, malá zvířata (včetně koček, psů a exotického ptactva), prasata, ryby, skot a malí přežvýkavci, zoozvířata. Ústav disponuje 2 znalci ve stejném oboru a odvětvích. Provádí vyšetření kadáverů všech druhů zvířat za účelem zjištění příčiny úhynu.

SVÚ Olomouc při vyšetřování kadáverů zvířat provádí patologicko-morfologické vyšetření (pitva diagnostická nebo pitva pro potřeby forenzního dokazování) a další vyšetření nutná ke stanovení diagnózy (parazitologické, bakteriologické, virologické, histologické, toxikologické a jiné).

Pitva zvířat není limitována hmotností (SVÚ přijímá i kadavery zvířat ze zoo o hmotnosti až 1200 kg). Součinnost může zahrnovat i případnou preparaci kostry pro potřeby soudního dokazování. SVÚ Olomouc je akreditován ČIA jako zkušební laboratoř č. 1144 dle normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2018.

- **Cena vyšetření:** závisí na rozsahu požadovaných vyšetření. Obvyklá cena u soudních kauz se pohybuje v rozmezí 5-25 000 Kč dle velikosti kadáverů a spektra provedených vyšetření. Orientační časová dotace na zpracování je obvykle 4-6 týdnů.
- **Uchování vzorků:** Kapacity pro uchování kadáverů/vzorků v zamrazeném stavu jsou k dispozici po předchozí domluvě, ale tato úschova je zpoplatněna. Obvyklá velikost kadáverů, u nichž je ústav schopen vyhovět požadavku na uchování, je 80-100 kg. Zamrazení odebraných vzorků není omezeno.
- **Kontakty:**
  - MVDr. Jiří Harna, [jharna@svuol.cz](mailto:jharna@svuol.cz), tel. 585 557 214 (veterinární patologie);
  - MVDr. Martin Pijáček, [mpijacek@svuol.cz](mailto:mpijacek@svuol.cz), tel. 585 557 233 (veterinární patologie);
  - Mgr. Pavla Macharáčková, 585 557 262, [pmacharackova@svuol.cz](mailto:pmacharackova@svuol.cz) (toxikologie, chemické analýzy).

## **Chemické analýzy, toxikologie**

### **Veterinární univerzita Brno, Ústav patologické morfologie a parazitologie**

#### **Státní veterinární ústav Praha**

#### **Státní veterinární ústav Jihlava**

#### **Státní veterinární ústav Olomouc**

Na tyto subjekty se lze obrátit s požadavkem na toxikologickou analýzu v případech otrav. Bližší informace k těmto pracovištím viz kapitola Patologie, parazitologie.

## Centrum environmentálních forenzních věd, Ústav pro životní prostředí, PřF UK

- Benátská 2, 128 01 Praha 2, datová schránka: pijjgb4
- **renomované odborné pracoviště**, chemická analýza, toxikologie

### **Znalecký ústav:**

- Přírodovědecká fakulta UK je znaleckým ústavem v oboru Biologie a Chemie.

Chemické analýzy Centrum provádí ve spolupráci s Laboratoří environmentální biotechnologie Mikrobiologického ústavu AV ČR. Pracoviště je schopno necíleně analyzovat téměř jakékoli organické látky včetně toxikantů pomocí kapalinové chromatografie s vysokorozlišovací hmotnostní spektrometrií. Jsou zavedeny cílené **analytické metody pro citlivou detekci cca 200 pesticidů** (registrovaných i zakázaných) a jejich metabolitů, včetně karbofuranu. U karbofuranu pracoviště zkoumá charakterizaci vedlejších přítomných látek za účelem **blíže specifikace zdroje jedu** (rozlišení výrobců, šarží).

Centrum má nastaveny postupy dle klasických norem upravujících práci v chemických laboratořích a EPA. Co se týče akreditace, chemická laboratoř ÚŽP měla osvědčení o akreditaci od ČIA, v současné době je však akreditace pozastavena (vedení ústavu s ohledem na byrokratickou zátěž tohoto procesu prozatím nehodlá akreditaci obnovovat).

- **Cena analýzy:** Pracoviště neposkytuje rutinní komerční toxikologické analýzy, lze se však na něj obrátit v případech, kdy je zapotřebí zodpovědět specifické otázky, např. ověřit možné propojení jedu s jeho potenciálním zdrojem, či určit druh neznámého jedu, pokud obvyklé analýzy nepotvrdí karbofuran apod. Výhodou využití vysoce sofistikovaného přístrojového vybavení je možnost analyzovat stovky látek v jedné reakci (přístrojové vybavení státních veterinárních ústavů obvykle umožňuje analýzu vedoucí k ověření přítomnosti pouze jediné látky).
- **Kontakty:**
  - prof. RNDr. Tomáš Cajthaml, Ph.D., DSc., [tomas.cajthaml@biomed.cas.cz](mailto:tomas.cajthaml@biomed.cas.cz), tel. 777 090 128;
  - RNDr. Zdena Škrob, Ph.D., [zdena.skrob@gmail.com](mailto:zdena.skrob@gmail.com), tel. 724 234 797.

## Celně technická laboratoř

- Generální ředitelství cel, Budějovická 7, 140 00 Praha 4, datová schránka: 7puaa4c
- **státní zkušební laboratoř**, chemická analýza (dřevo), izotopová analýza

Celně technická laboratoř (CTL) se zabývá především chemickým laboratorním zkoumáním. Co se týče wildlife problematiky, provádí **zkoumání výrobků ze dřeva včetně determinace druhu CITES dřev** (používány jsou chemické a morfologické metody). Laboratoř je zaměřena primárně na poskytování podpory pro útvary Celní správy, pro ostatní složky státní správy poskytuje součinnost pouze omezeně. Kromě vybavení pro chemické analýzy disponuje laboratoř i vybavením pro analýzu obsahu stabilních izotopů uhlíku, vodíku a dusíku v kapalných a pevných látkách. V oblasti izotopové analýzy má CTL zkušenosti se stanovením geografického původu vína, lihu, lihovin, případně jiných potravin. Interpretace testování jsou však závislé na dostupnosti srovnávacího materiálu a tato oblast zkoumání není zatím pro wildlife případy využitelná. CTL dále provádí identifikaci organických látek (zjištění přítomnosti dané látky) ve vzorku - sušený rostlinný materiál, potravinové doplňky, léčivé přípravky apod. CTL je zkušební laboratoř č. 1171 dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018 a dle ČSN EN ISO 9001:2016. Zaměstnanci CTL mají zkušenosti se zpracováním dokumentů pro účely trestního řízení.

- **Cena analýzy:** v dosavadních případech nezpлатněno.
- **Kontakty:**
  - Dr. Ing. Jiří Mazáč, [mazac@cs.mfcr.cz](mailto:mazac@cs.mfcr.cz), tel. 261 333 502, 724 496 175 (vedoucí CTL);
  - Ing. Pavlína Žižková, [zizkova@cs.mfcr.cz](mailto:zizkova@cs.mfcr.cz), tel. 261 333 537 (determinace dřeva);
  - Ing. Blanka Králová, [b.kralova@cs.mfcr.cz](mailto:b.kralova@cs.mfcr.cz), tel. 261 333 523 (determinace dřeva).

## Spektrometrie

### Česká inspekce životního prostředí

- Na Břehu 267/1a, Praha 9, 190 00, datová schránka: zr5efbb, <https://www.cizp.cz/>
- **státní instituce:** určení typu materiálu, prvkové složení

Česká inspekce životního prostředí, odd. podpory inspekční činnosti a chemické bezpečnosti, disponuje terénními spektrometry: ruční ED XRF, mobilní FTIR a ruční Ramanův spektrometr. Toto technické vybavení slouží ke screeningovým analýzám chemického složení materiálů, umožňuje určovat většinu chemických prvků, jejich kvantitu apod. Ve wildlife případech je měření pomocí spektrometrů využíváno podpůrně k morfologickým metodám, např. k odlišení slonoviny, zuboviny, rohoviny a kosti od umělých napodobenin. Měřit lze i obsah arsenu za účelem rozpoznání starých taxidermických preparátů od preparátů novodobých apod.

- **Cena analýzy:** v dosavadních případech nezpлатněno.
- **Kontakty:**
  - Mgr. Martin Marko, [martin.marko@cizp.cz](mailto:martin.marko@cizp.cz), tel. 733 784 311, vedoucí oddělení inspekční podpory a chemické bezpečnosti.

## Ověření příslušnosti k populaci či identity jedince

### Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

- Kaplanova 1931/1, Chodov, 148 00 Praha 11, datová schránka: dkkdkdj, <https://www.nature.cz/>
- **státní instituce** - monitoring druhů vyskytujících se ve volné přírodě České republiky

#### **Soudní znalci:**

- AOPK ČR je soudně znaleckým ústavem v oboru Ekonomika (odvětví Oceňování zvířat a zvěře, Oceňování lesa, rostlinstva a nerostů) a Životní prostředí včetně přírody a krajiny (odvětví Botanika, Ochrana přírody a krajiny, Zoologie ad.).

AOPK ČR je státní instituce, která je ze zákona pověřena prováděním inventarizačních přírodovědných průzkumů, monitoringu, dokumentací a šetření v ochraně přírody **na celém území ČR** (§ 78 odst. 8 zákona č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny). Cíleně jsou monitorována území ve správě AOPK ČR (tj. chráněné krajinné oblasti, národní přírodní rezervace a památky) a dále volná krajina v místech, kde se vyskytují zvláště chráněné druhy, pro něž existuje záchranný program, program péče nebo regionální akční plán, anebo v místech, kde se vyskytují evropsky významné druhy a přírodní stanoviště, pro které se zpracovávají hodnotící zprávy dle požadavků Evropské komise. Část monitoringu je zajištěna pracovníky AOPK ČR, část je řešena smluvně s externími partnery (např. výzkumnými pracovišti, nevládními organizacemi, jednotlivými výzkumníky apod.), jsou zpracovávány různé výzkumné studie apod.

Na AOPK ČR je vhodné se obrátit u kauz týkajících se chráněných druhů ČR, pokud je třeba ověřit příslušnost jedince k určité populaci (genetická analýza), či identifikovat konkrétního jedince (monitoring pomocí fotopastí). AOPK ČR může poskytnout odborné vyjádření přímo, nebo zprostředkuje informace od příslušných smluvních monitorujících organizací či výzkumníků. Odborné vyjádření může kromě těchto informací obsahovat rovněž stanovení společenské hodnoty (viz dále) ve vazbě na unikátnost jedince pro populaci v ČR.

- **Kontakty:**
  - RNDr. Jindřiška Jelínková, Ph.D., odbor druhové ochrany, [jindriska.jelinkova@nature.cz](mailto:jindriska.jelinkova@nature.cz), tel. 951 421 103, 702 004 953;
  - Mgr. et Mgr. Karel Chobot, Ph.D., odbor monitoringu biodiverzity, [karel.chobot@nature.cz](mailto:karel.chobot@nature.cz), tel. 951 421 105, 724 138 775.

## Monitorované druhy na území ČR

(seznam může být obsáhlejší a informace se mohou v čase měnit)

### **rys ostrovid**

- sledování pomocí telemetrie a fotopastí, možnost rozeznání jedinců dle unikátního skvrnění - Alka Wildlife o.p.s. (Mgr. Tereza Mináriková, [tereza.minarikova@alkawildlife.eu](mailto:tereza.minarikova@alkawildlife.eu)), Národní park Šumava (Dr. Elisa Belotti, Ph.D., [elisa.belotti@npsumava.cz](mailto:elisa.belotti@npsumava.cz)), Hnutí Duha (Josefa Krausová, [josefa.volfova@hnutiduha.cz](mailto:josefa.volfova@hnutiduha.cz)), Mendelova Univerzita (Mgr. Miroslav Kutal, Ph.D., [miroslav.kutal@mendelu.cz](mailto:miroslav.kutal@mendelu.cz), Mgr. Martin Duľa, Ph.D., [martin.dula@mendelu.cz](mailto:martin.dula@mendelu.cz), území Beskyd)
- genetický monitoring - Ústav biologie obratlovců (Mgr. Jarmila Krojerová, Ph.D., [krojerova@ivb.cz](mailto:krojerova@ivb.cz), <https://www.ivb.cz/team/skupina-ochranarske-biologie/>), je používáno 20 mikrosatelitů + amelogenin pro určení pohlaví, monitoring a vzorkování cca 70 let (1950-2024), k dispozici cca 580 vzorků, probíhá neinvazivní vzorkování v terénu (trus, chlupy, moč ze sněhu, stěry z kořisti) i analýza invazivních vzorků (tkáně z kadáverů, krev z telemetrovaných jedinců)

### **vydra říční**

- monitoring populace, genetika - Alka Wildlife o.p.s (Mgr. Lukáš Poledník, Ph.D., [lukas.polednik@alkawildlife.eu](mailto:lukas.polednik@alkawildlife.eu))
- genetický monitoring – Ústav biologie obratlovců (Mgr. Petra Hájková, Ph.D., [hajkova@ivb.cz](mailto:hajkova@ivb.cz), <https://www.ivb.cz/team/skupina-ochranarske-biologie/>)

### **vlk obecný**

- sledování pomocí telemetrie – Mendelova Univerzita (Mgr. Miroslav Kutal, Ph.D., [miroslav.kutal@mendelu.cz](mailto:miroslav.kutal@mendelu.cz), Mgr. Martin Duľa, Ph.D., [martin.dula@mendelu.cz](mailto:martin.dula@mendelu.cz), [martindulazoo@gmail.com](mailto:martindulazoo@gmail.com))
- monitoring populace - Hnutí Duha (Josefa Krausová, [josefa.volfova@hnutiduha.cz](mailto:josefa.volfova@hnutiduha.cz))
- genetický monitoring - Přírodovědecká fakulta UK (prof. doc. RNDr. Pavel Hulva, Ph.D., [pavel.hulva@natur.cuni.cz](mailto:pavel.hulva@natur.cuni.cz)), ČZU (Mgr. Barbora Černá Bolfíková, Ph.D., [barbora.bolfikova@gmail.com](mailto:barbora.bolfikova@gmail.com)), sběr vzorků - krev, moč, srst, stěry, tkáně, trus, provádí se stěry z ulovené kořisti

### **medvěd hnědý**

- genetický monitoring - Přírodovědecká fakulta UK (prof. doc. RNDr. Pavel Hulva, Ph.D., [pavel.hulva@natur.cuni.cz](mailto:pavel.hulva@natur.cuni.cz))

### **kočka divoká**

- genetický monitoring - Ústav biologie obratlovců (Mgr. Jarmila Krojerová, Ph.D., [krojerova@ivb.cz](mailto:krojerova@ivb.cz), <https://www.ivb.cz/team/skupina-ochranarske-biologie/>)
- sběr vzorků – celkem 680 vzorků, identifikováno 27 haplotypů z mtDNA, 24 mikrosatelitů jaderné na detekci hybridů – dochází k hybridizaci s kočkou domácí)
- monitoring pomocí fotopastí, možnost rozeznání jedinců dle unikátního vzoru na srsti – Ústav biologie obratlovců AVČR (Mgr. Jarmila Krojerová, Ph.D., [krojerova@ivb.cz](mailto:krojerova@ivb.cz), <https://www.ivb.cz/team/skupina-ochranarske-biologie/>), Mendelova univerzita (Mgr. Martin Duľa, Ph.D., [martindulazoo@gmail.com](mailto:martindulazoo@gmail.com))

### **los evropský**

- genetika populace - Mendelova univerzita v Brně (Ing. Martin Ernst, Ph.D., [martin.ernst@mendelu.cz](mailto:martin.ernst@mendelu.cz))

### **tetřívka obecná**

- genetický monitoring - Ústav biologie obratlovců (Mgr. Barbora Rolečková, Ph.D., [roleckova@ivb.cz](mailto:roleckova@ivb.cz), <https://www.ivb.cz/team/skupina-ochranarske-biologie/>), vzorky cca 320 jedinců (sběr trusu, peří), genotypovány jsou tři populace z území ČR (jasně vymezené populace) pomocí 13 mikrosatelitových markerů, vzorky z let 2016–2022

### **jeřábek lesní**

- genetický monitoring - Ústav biologie obratlovců (Mgr. Barbora Rolečková, Ph.D., [roleckova@ivb.cz](mailto:roleckova@ivb.cz), <https://www.ivb.cz/team/skupina-ochranarske-biologie/>), genotypována je šumavská populace – 203 jedinců pomocí 12 mikrosatelitových markerů, vzorky z let 2016–2019

### **kamzík horský** (alpský a tatranský poddruh)

- genetický monitoring - Ústav biologie obratlovců (Mgr. Barbora Rolečková, Ph.D., [roleckova@ivb.cz](mailto:roleckova@ivb.cz), <https://www.ivb.cz/team/skupina-ochranarske-biologie/>), genotypovány jsou slovenské populace – 140 jedinců introdukovaného alpského poddruhu a 220 jedinců endemického tatranského poddruhu, pomocí 18–20 mikrosatelitových markerů, vzorky z let 2006–2009

### **husa velká**

- geografický původ pomocí stabilních izotopů - Mgr. Michal Podhrázský, [michal.podhrazsky@zoodvurkralove.cz](mailto:michal.podhrazsky@zoodvurkralove.cz), Zoo Dvůr Králové, Přf UK, odběry peří evropské populace hus, analýza původu s použitím stabilních H izotopů ( $\delta^2\text{H}$ ),

### **sýček obecný**

- genetický monitoring - Ústav biologie obratlovců (Mgr. Radka Valterová, Ph.D., [valterova@ivb.cz](mailto:valterova@ivb.cz), <https://www.ivb.cz/team/skupina-ochranarske-biologie/>), vzorky 213 jedinců (sběr peří) z let 2013–2023, genetika populace pomocí 17 mikrosatelitů, určení haploskupin mtDNA

### **kalous pustovka**

- genetika populace - Česká společnost ornitologická (Ing. David Horal, [David.Horal@seznam.cz](mailto:David.Horal@seznam.cz)), zapojení do širší studie Senckenberg Research Institute Frankfurt, Centre for Wildlife Genetics

### **jeřáb popelavý**

- telemetrie, monitoring, genetika - Projekt Jeřábí život (Markéta Ticháčková, [marketagrus@gmail.com](mailto:marketagrus@gmail.com), [marketa.tich@seznam.cz](mailto:marketa.tich@seznam.cz))

### **úhoř říční**

- Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka (Ing. Jiří Musil, Ph.D., [jiri.musil@vuv.cz](mailto:jiri.musil@vuv.cz))
- Jihočeská univerzita, Fakulta rybářství a ochrany vod, Genetické rybářské centrum

### **tchoř stepní**

- monitoring populace - Alka Wildlife o.p.s (Mgr. Lukáš Poledník, Ph.D., [lukas.polednik@alkawildlife.eu](mailto:lukas.polednik@alkawildlife.eu))
- genetický monitoring - Ústav biologie obratlovců Mgr. Jarmila Krojerová, Ph.D., [krojerova@ivb.cz](mailto:krojerova@ivb.cz), <https://www.ivb.cz/team/skupina-ochranarske-biologie/>)

### **Monitoring a výzkum - zahraničí**

(seznam není vyčerpávající, existuje mnoho dalších výzkumů...)

- **vydra říční** - Slovensko - Univerzita Mateja Bela v Banské Bystrici (prof. Ing. Peter Urban, Ph.D.)
- **medvěd hnědý, kočka divoká** - Slovensko – WWF Slovakia (Ing. Branislav Tám, [btam@wwfsk.org](mailto:btam@wwfsk.org))
- **medvěd hnědý** - Lotyšsko - Genetic Resource Centre (Vilnis Škipars) - genetický monitoring medvědů (vzorky z chlupových pastí, trusu, stop a slin)
- **rys ostrovid, kočka divoká** - Technická univerzita vo Zvolene (Jakub Kubala Ph.D., člen IUCN SCC Cat Specialist Group, [kubala.zoobojnice@gmail.com](mailto:kubala.zoobojnice@gmail.com)), genetický monitoring Z. Karpaty - ÚBO (Mgr. Jarmila Krojerová, Ph.D., [krojerova@ivb.cz](mailto:krojerova@ivb.cz))
- **rys ostrovid, vlk, kočka divoká** - Německo - Senckenberg - Leibniz Institution for Biodiversity and Earth System Research (<https://www.senckenberg.de/en/>), od roku 2010

## referenční centrum pro rysa a vlka pro celé Německo

- **vlk** - sjednocení monitoringu v rámci celých Alp, pracovní skupina Life Wolf Alps EU (<https://www.lifewolfalps.eu/en/22933/>)
- **medvěd hnědý, vlk, rys** - Rumunsko - Carpathia (Ruben Iosif, <https://www.carpathia.org/about/>)
- **velké šelmy** - Slovinsko - Biotechnical Faculty at University of Ljubljana (Tomaž Skrbinšek, [tomaz.skrbinsek@bf.uni-lj.si](mailto:tomaz.skrbinsek@bf.uni-lj.si)), Divjalab ([tomaz@divjalabs.com](mailto:tomaz@divjalabs.com))
- **velké šelmy** - Švýcarsko - Laboratory for Conservation Biology, University of Lausanne, forenzní genetika (Dr. Luca Fumagalli, [Luca.Fumagalli@unil.ch](mailto:Luca.Fumagalli@unil.ch))
- **norek evropský, vydra, luskouni** - Wildlife Conservation Research Unit, University of Oxford (Dr. Lauren Harrington, [lauren.harrington@biology.ox.ac.uk](mailto:lauren.harrington@biology.ox.ac.uk)), <https://www.wildcru.org/members/dr-lauren-harrington/>)
- **tetřev hlušec** - genetický monitoring (včetně českých vzorků) - Technická univerzita vo Zvoleně (Ing. Peter Klinga, Ph.D., [peter.klinga@gmail.com](mailto:peter.klinga@gmail.com))
- **sokolovití dravci** - genetický monitoring, parentitní testy, SASA Laboratory UK (Dr. Lucy Webster)
- **supi (sup hnědý, bělohlavý, mrchožravý, orlosup bradatý)** - reintrodukce, monitoring, projekty na ochranu před trávením a pytláctvím - Vulture Conservation Foundation, Švýcarsko ([info@4vultures.org](mailto:info@4vultures.org), Franziska Lörcher [f.loercher@4vultures.org](mailto:f.loercher@4vultures.org)), kontakt přes Zoo Liberec, Jan Hanel, [hanel@zooliberec.cz](mailto:hanel@zooliberec.cz))
- **tetřev hlušec** - Bavorsko - monitoring, sběr vzorků ([https://www.lwf.bayern.de/a141\\_auerhuhn](https://www.lwf.bayern.de/a141_auerhuhn), Boris Mittermeier, Corinna Lieberth)
- **nosorožci** - University of Pretoria (Dr. Cindy Harper), genetický monitoring, vzorky z celého světa
- **slonovina** - University of Washington (prof. Samuel Wasser), genetický monitoring, vzorky z celého světa
- **slonovina** - geografický původ pomocí stabilních izotopů, projekt IvoryID, Agroisolab Německo ([www.ivoryid.org](http://www.ivoryid.org))
- **luskouni** - ČZU (Mgr. Barbora Černá Bolfíková, Ph.D., Ing. Iva Bernáthová, Mgr. Markéta Swiacká), Wildlife Forensic Centre Singapore, genetický monitoring populací

## Ověření geografického původu

### Univerzita Karlova, Centrum environmentálních forezních věd

- Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta, Benátská 2, 128 01 Praha 2  
datová schránka: piyj9b4
- **odborně renomované pracoviště, znalecký ústav** - určení geografického původu pomocí analýzy stabilních izotopů

Tým izotopových expertů Centra environmentálních forezních věd se v laboratořích Ústavu pro životní prostředí PŘF UK specializuje na analýzu stabilních izotopů a vybrané prvkové analýzy v tkáních živočichů s cílem určit geografický původ vzorků. Výzkum je primárně zaměřen na plazy, lovecké trofeje původních druhů z české přírody, slonovinu a rohy nosorožců.

Pro provedení analýzy je nezbytné odebrat ze zkoumaného předmětu vzorek, který bude během analýzy spotřebován. Zpravidla se jedná o minimální množství (přibližně 1 mg), finální množství potřebného materiálu je však nutné předem konzultovat (v některých případech může být pro dosažení spolehlivé analýzy zapotřebí odebrání většího objemu). Pro zajištění nejvyšší kvality výsledků by měl být odběr vzorku proveden přímo v laboratoři.

Vzhledem k omezeným skladovacím kapacitám je možné uskladnit pouze menší předměty určené k výzkumu. Větší objekty bohužel nemohou být v prostorách CEFV dlouhodobě uchovávány.

- **Cena analýzy:** dohodou v závislosti na rozsahu a časové náročnosti.
- **Kontakty:**
  - Mgr. Jitka Kufnerová, [jitka.kufnerova@natur.cuni.cz](mailto:jitka.kufnerova@natur.cuni.cz), tel. 728 307 655.

## Ocenění exemplářů, stanovení společenské hodnoty

### Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

- Kaplanova 1931/1, Chodov, 148 00 Praha 11, datová schránka: dkkdkdj
- **odborná státní instituce**

#### **Soudní znalci:**

- AOPK ČR je soudně znaleckým ústavem v oboru Ekonomika (odvětví Oceňování zvířat a zvěře, Oceňování lesa, rostlinstva a nerostů) a Životní prostředí včetně přírody a krajiny (odvětví Botanika, Ochrana přírody a krajiny, Zoologie ad.). Jedná se o jediné pracoviště v ČR, které může pro účely trestního či správního řízení stanovit cenu exemplářů živočichů či rostlin.

AOPK ČR může poskytnout součinnost při stanovení ceny exemplářů a určení jejich společenské hodnoty, při zařazení druhu do kategorie ochrany, popisu ekologie druhu, rozšíření populace ve volné přírodě a důvodů ohrožení. Dále může poskytnout informace o chovu daného druhu v lidské péči a ověřit individuální identifikaci exemplářů.

- **Kontakty:**
  - RNDr. Jindřiška Jelínková, Ph.D., odbor druhové ochrany, [jindriska.jelinkova@nature.cz](mailto:jindriska.jelinkova@nature.cz), tel. 951 421 103, 702 004 953 (zvláště chráněné druhy živočichů a rostlin ČR);
  - Ing. Silvie Ucová, oddělení speciálních agend druhové ochrany, Vědecký orgán CITES [silvie.ucova@nature.cz](mailto:silvie.ucova@nature.cz), tel. 951 421 180, 724 177 677 (CITES druhy).

## Umístění zajištěného důkazního materiálu

### Česká inspekce životního prostředí

- Na Břehu 267/1a, Praha 9, 190 00, datová schránka: zr5efbb
- **státní orgán** - umístění zajištěných exemplářů živočichů a rostlin

Dle zákona č. 279/2003 Sb. o výkonu zajištění majetku a věcí v trestním řízení (§ 9c odst. 1 písm. c) vykonává správu exemplářů živočichů a rostlin, regulovaných kožešin, výrobků z tuleňů a jiných chráněných jedinců Česká inspekce životního prostředí. Prostřednictvím ČIŽP lze řešit umístění zajištěných živých exemplářů do jmenovaných záchranných center nebo jiných vhodných zařízení. Pro umístění neživých exemplářů (kadávery, vzorky, výrobky) má ČIŽP k dispozici kontejnerový mrazák o velké kapacitě, kam lze umístit i větší kadávery zvířat a uchovat je delší dobu v zamrazeném stavu. Mrazák se nachází v objektu Oblastního inspektorátu České Budějovice. Další možnost uskladnění neživých exemplářů je v prostorném suchém skladu v Lázních Kynžvart, který slouží k uskladnění věcí, jež není nutno udržovat v zamrazeném stavu.

- **Kontakty:**
  - Mgr. Veronika Oušková, [veronika.ouskova@cizp.cz](mailto:veronika.ouskova@cizp.cz), tel. 731 688 453;
  - Mgr. Jan Beneš, [jan.benes@cizp.cz](mailto:jan.benes@cizp.cz), tel. 731 688 466.

## Další odborná pracoviště - různé

### Determinace rostlinných druhů

- Botanická zahrada Univerzity Karlovy, Na Slupi 433/16, Praha 2 - Mgr. Tomáš Procházka, [tomas.prochazka@natur.cuni.cz](mailto:tomas.prochazka@natur.cuni.cz)
- Botanická zahrada Praha, Trojská 800/196, Praha 7 - RNDr. Jan Ponert, [jan.ponert@botanicka.cz](mailto:jan.ponert@botanicka.cz) (orchideje)

- Česká zemědělská univerzita, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů (znalecký ústav pro obor Zemědělství), katedra botaniky a fyziologie rostlin - RNDr. Milan Skalický, Ph.D.

#### **Determinace parazitů**

- Česká zemědělská univerzita, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra zoologie a rybářství - doc. Ing. Jaroslav Vadlejš, Ph.D.
- Univerzita Karlova, Přírod. fakulta, katedra parazitologie - doc. RNDr. Jan Votýpka, Ph.D.
- Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Parazitologie - prof. RNDr. David Modrý, Ph.D.

#### **Determinace bezobratlých**

- Česká zemědělská univerzita, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra zoologie a rybářství - Mgr. Vladimír Vrabec, Ph.D. (soudní znalec pro obor Ochrana přírody, specializace Ekologie bezobratlých živočichů a jejich krajinné vazby), doc. Ing. Jiří Patoka, Ph.D. (genetika a morfologie raků)
- Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, katedra ekologie - doc. Jan Růžička, [ruzickajan@fzp.czu.cz](mailto:ruzickajan@fzp.czu.cz) (forenzní entomologie)

#### **Determinace plazů a obojživelníků**

- Národní muzeum v Praze, Přírodovědecké muzeum - RNDr. Jiří Moravec, CSc., [jiri.moravec@nm.cz](mailto:jiri.moravec@nm.cz)

#### **Ptáci - nelegální zabíjení, otravy, monitoring**

- Česká ornitologická společnost - Mgr. Zdeněk Vermouzek, [verm@birdlife.cz](mailto:verm@birdlife.cz), Klára Hlubocká - psovod, vyhledávání karbofuranu, [hlubocka@birdlife.cz](mailto:hlubocka@birdlife.cz)

#### **Genetika**

- Česká zemědělská univerzita, Fakulta tropického zemědělství, Laboratoř molekulární genetiky - Mgr. Barbora Černá Bolfíková, Ph.D.

#### **Zoonózy**

- Česká zemědělská univerzita, Fakulta tropického zemědělství, Centrum infekčních nemocí zvířat - RNDr. Jiří Černý, Ph.D., [jiricerny@ftz.czu.cz](mailto:jiricerny@ftz.czu.cz)



## Příloha B

### Ukázkový záznam o odběru vzorku

ID odběrové soupravy	
ID vzorku / číslo případu	
Druh exempláře	
ID exempláře (kroužek, čip,...)	
Držitel exempláře / zdroj	
Popis vzorku	
Datum a místo odběru	
Důvod odběru	
Osoba provádějící odběr / Podpis / Instituce	
Poznámky	

Předal: (jméno a instituce) Převzal: (jméno a instituce)	podpis: podpis:	datum: datum:
Předal: (jméno a instituce) Převzal: (jméno a instituce)	podpis: podpis:	datum: datum:
Předal: (jméno a instituce) Převzal: (jméno a instituce)	podpis: podpis:	datum: datum:
Předal: (jméno a instituce) Převzal: (jméno a instituce)	podpis: podpis:	datum: datum:
Předal: (jméno a instituce) Převzal: (jméno a instituce)	podpis: podpis:	datum: datum:
Předal: (jméno a instituce) Převzal: (jméno a instituce)	podpis: podpis:	datum: datum:

## Příloha C

# Zásady forenzní manipulace

V případě jakýchkoliv pochybností se poraďte s vyšetřovatelem nebo s příslušnou laboratoří

<b>Pozor na kontaminaci</b> Zejména při manipulaci s předměty, z nichž je třeba analyzovat DNA	<b>Používejte ochranné pomůcky</b> <ul style="list-style-type: none"><li>rukavice (lépe dvoje - před manipulací s dalším předmětem vrchní vyměňte)</li><li>ochranný oděv</li><li>roušku (při manipulaci nekašlete a nekýchejte)</li></ul>
<b>Zdraví a bezpečnost</b> Chraňte sebe i ostatní	<b>Eliminujte riziko přenosu nákaz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>dodržujte hygienu, při práci nejezte, nepijte, nedotýkejte se obličeje</li></ul> <b>Předměty balte vhodným způsobem</b> <ul style="list-style-type: none"><li>obalte ostré položky (kosti, drápy, nože, paroží ...)</li><li>zabraňte únikům tekutin a pachů při přepravě (použijte vhodné nádoby)</li></ul>
<b>Integrita</b> Zajistěte, aby předměty zůstaly ve stejném stavu, v jakém byly nalezeny	<b>Zajistěte ochranu možných důkazů</b> <ul style="list-style-type: none"><li>vlhké předměty nedávejte do neprodyšných obalů (pokud je bezprostředně nemrazíte)</li><li>pozor na setření otisků prstů</li></ul> <b>Přesně zaznamenejte všechny údaje na příslušný štítek</b> <ul style="list-style-type: none"><li>popis</li><li>lokality, datum a čas</li><li>další relevantní údaje</li></ul> <b>Zhotovte adekvátní fotodokumentaci</b>
<b>Zabezpečení</b> Zabezpečte zajištěné předměty proti neoprávněné manipulaci	<b>Zajistěte, aby byl obal uzavřen/zapečetěn</b> <ul style="list-style-type: none"><li>použijte obaly s ochranou proti manipulaci</li><li>použijte bezpečnostní pásky a plomby</li></ul>
<b>Kontinuita</b> Každý, kdo s předmětem manipuloval, či s ním přišel do styku, musí být zaznamenán	<b>Každé předání předmětu musí být zdokumentováno</b> <ul style="list-style-type: none"><li>na štítku předmětu/protokolu se podepište a uveďte datum úkonu</li></ul>
<b>Uskladnění</b> Zajistěte správné uskladnění předmětů, aby nedošlo k jejich znehodnocení	Dle typu předmětu <b>skladujte v suchu, v chladu, nebo v mrazáku</b>

zpracováno s využitím materiálu City of London Police, UK



*Jedním z nejzávažnějších případů wildlife crime v ČR bylo odhalení tygřích jatek (foto Zdeněk Novák).*

# Použitá literatura

Akční plán EU pro zesílení boje proti financování terorismu. 2016. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX%3A52016DC0050>

BAKER, Barry W.; JACOBS, Rachel L.; MANN, Mary-Jacque; ESPINOZA, Edgard O. a GREIN, Giavanna. *CITES Identification Guide for Ivory and Ivory Substitutes*. 4th ed. WWF commissioned by CITES Secretariat, Geneva, Switzerland, 2020. Dostupné z: [https://cites.org/sites/default/files/ID\\_Manuals/Identification\\_Guide\\_for\\_Ivory\\_and\\_Ivory\\_Substitutes\\_ENGLISH.pdf](https://cites.org/sites/default/files/ID_Manuals/Identification_Guide_for_Ivory_and_Ivory_Substitutes_ENGLISH.pdf)

BAVIN, Clark R. *Bushmeat Handling*. U.S. Fish & Wildlife Service.

*Bear detection kits. A forensic system for controlling the illegal trade in bear products*. WSPA (World Society for the Protection of Animals).

BEIGLBÖCK, Christoph a WALZER, Chris. *Handbook: Standard Operating Procedures for forensic investigations of suspected illegal killings of Wildlife*. 2019. ISBN 978-3-200-06798-1.

*Best Practice Guide for Forensic Timber Identification*. UNODC (United Nations Office on Drugs and Crime) New York, 2016. Dostupné z: [https://www.unodc.org/documents/Wildlife/Guide\\_Timber.pdf](https://www.unodc.org/documents/Wildlife/Guide_Timber.pdf)

*Biosafety Level 3 Laboratory*. U.S. Fish & Wildlife Service, 2014.

BRUNNERMEIER, Matthias; SCHMIED, Stefanie; MÜLLER-BOGE, Michael a SCHUPFNER, Robert. *Dating of ivory from 20th century by determination of C-14 by the direct absorption method*. 2011, s. 1595–102. DOI: [10.1016/j.apradiso.2011.10.006](https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2011.10.006)

COOPER, John E. a COOPER, Margaret E. *Wildlife Forensic Investigation – Principles and Practice*. 1st ed. CRC Press, 2020. ISBN 978-0-367-77815-6.

*Crime scene and physical evidence awareness for non-forensic personnel*. UNODC (United Nations Office on Drugs and Crime) New York, 2009. Dostupné z: [https://www.unodc.org/documents/scientific/Crime\\_scene\\_awareness\\_Ebook.pdf](https://www.unodc.org/documents/scientific/Crime_scene_awareness_Ebook.pdf)

ČERNÁ BOLFIKOVÁ, Barbora; ČERNÝ, Jiří; MATĚJŮ, Petr; BERNÁTHOVÁ, Iva; SHANTHAKRISHNAN, Divyadharshini; JANKOVSKÁ Ivana; SEHNAL Richard; MODRÁ Tereza; MODRÝ David a LANGROVÁ Iva. *Metodologie pro odběry, biologickou bezpečnost a archivaci biologického materiálu ze zvířat zadrženého v rámci ilegálního obchodu pro účely forenzních analýz*. Certifikovaná metodika. Praha, 2024.

DE BARBA, Marta; BAUR Molly; BOYER Frédéric; FUMAGALLI Luca; KONEC Marjeta; MIQUEL Christian; PAZHENKOVÁ Elena; REMOLLINO Nadège; SKRBINŠEK Tomáš; STOFFEL Céline a TABERLET Pierre. *Individual genotypes from environmental DNA: Fingerprinting snow tracks of three large carnivore species*. Molecular Ecology Resources. 2024, roč. 24, č. 3, s. e13915. DOI: <https://doi.org/10.1111/1755-0998.13915>

GARCÊS, Andreia a PIRES, Isabel. *Necropsy Techniques for Examining Wildlife Samples*. Bentham Science Publishers, 2020. ISBN 978-981-14-6833-9. Dostupné z: [DOI:10.2174/97898114683391200101](https://doi.org/10.2174/97898114683391200101)

GAUR, A. a REDDY, P. A. *DNA Techniques in Wildlife Forensics (Animals): Standard Operating Procedures (SOP)*. India: CSIR - Centre for Cellular and Molecular Biology, 2017.

*Guidelines on Methods and Procedures for Ivory Sampling and Laboratory Analysis*. UNODC (United Nations Office on Drugs and Crime) New York, 2014. Dostupné z: [https://www.unodc.org/documents/Wildlife/Guidelines\\_Ivory\\_OLD.pdf](https://www.unodc.org/documents/Wildlife/Guidelines_Ivory_OLD.pdf)

GUNN, Alan. *Essential Forensic Biology*. 3rd ed. US: John Wiley & Sons, 2019. ISBN 978-1-119-14142-6.

- HAASE, H. T.; MOGENSEN, H. S.; PETERSEN, H. S.; PETERSEN, J. F.; HOLMER, A.; BØRSTING, C. a PEREIRA V. *Optimization of the collection and analysis of touch DNA traces*. Forensic Science International: Genetics Supplement Series. 2019, roč. 7, č. 1, s. 98–99. ISSN 1875-1768. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2019.09.038>
- HARPER, Cindy K.; VERMEULEN, Gerhard J.; CLARKE, Amy B.; DE WET, Jacobus I. a GUTHRIE, Alan J. *Extraction of nuclear DNA from rhinoceros horn and characterization of DNA profiling systems for white (Ceratotherium simum) and black (Diceros bicornis) rhinoceros*. Forensic science international. Genetics. Netherlands, 2013, roč. 7, č. 4, s. 428–433. ISSN 1878-0326 1872-4973. DOI: [10.1016/j.fsigen.2013.04.003](https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2013.04.003)
- CHMELÍK, Jan. *Místo činu a znalecké dokazování*. Plzeň: Aleš Čeněk, 2005. ISBN 80-86898-42-3.
- INNES, Brian. *Stopy zločinu - Dobrodružství kriminalistiky*. Svojtka & Co, 2001. ISBN 80-7237-389-7.
- ITO, Hideyuki; UDONO, Toshifumi; HIRATA, Satoshi a INOUE-MURAYAMA, Miho. *Estimation of chimpanzee age based on DNA methylation*. Scientific Reports. 2018, roč. 8, č. 1, s. 9998. ISSN 2045-2322. DOI: [10.1038/s41598-018-28318-9](https://doi.org/10.1038/s41598-018-28318-9)
- KANOKWONGNUWUT, Piyamas; KIRKBRIDE, K. Paul a LINACRE, Adrian. *Visualising latent DNA on swabs*. Forensic science international. Ireland, 2018, roč. 291, s. 115–123. ISSN 1872-6283 0379-0738. DOI: [10.1016/j.forsciint.2018.08.016](https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2018.08.016)
- KANOKWONGNUWUT, Piyamas, KIRKBRIDE, K. Paul a LINACRE, Adrian. *Detection of cellular material within handprints*. Forensic Science International: Genetics Supplement Series. Ireland, 2019, roč. 7, č. 1, s. 194–196. ISSN 1875-1768. DOI: [10.1016/j.fsigss.2019.09.075](https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2019.09.075)
- KANOKWONGNUWUT, Piyamas, KIRKBRIDE, K. Paul a LINACRE, Adrian. *Detection of latent DNA*. Forensic science international. Genetics. Netherlands, 2018, roč. 37, s. 95–101. ISSN 1878-0326 1872-4973. DOI: [10.1016/j.fsigen.2018.08.004](https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.08.004)
- KANOKWONGNUWUT, Piyamas, KIRKBRIDE, K. Paul a LINACRE, Adrian. *Visualising latent DNA on tapes*. Forensic Science International: Genetics Supplement Series. 2019, roč. 7, č. 1, s. 237–239. ISSN 1875-1768. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2019.09.091>
- KUFNEROVÁ, Jitka. *A novel approach of using shed skins of the green tree python, Morelia viridis, for forensic purposes*. European Journal of Environmental Sciences. 2021, roč. 11, s. 107–112. DOI: [10.14712/23361964.2021.12](https://doi.org/10.14712/23361964.2021.12)
- KUFNEROVÁ, Jitka; HEROLDOVÁ, Helena; KUKLA, Jaroslav; KŘIVOHLAVÝ, Filip; SVĚTLÍK, Ivo a PACHNEROVÁ BRABCOVÁ, Kateřina. *Radiocarbon dating of illegal ivory confirmed by Milos Forman's Hair*. Radiocarbon. 2024, s. 1–8. DOI: [10.1017/RDC.2024.62](https://doi.org/10.1017/RDC.2024.62)
- LIN, D. L.; CHANG, H. C.; CHANG, C. P. a CHEN, C. Y. *Identification and differentiation of bear bile used in medicinal products in Taiwan*. Journal of forensic sciences. US, 1997, roč. 42, č. 5, s. 817–823. ISSN 0022-1198.
- LINACRE, Adrian M.T. a TOBE, Shanan S. *Wildlife DNA Analysis: Applications in Forensic Science*. John Wiley & Sons, 2013. ISBN 978-1-118-49641-1. Dostupné z: [DOI:10.1002/9781118496411](https://doi.org/10.1002/9781118496411)
- LIU, Kai; XIE, Long; DENG, Mao; ZHANG, Xumin; LUO, Jia a LI, Xiaofang. *Zoology, chemical composition, pharmacology, quality control and future perspective of Musk (Moschus): a review*. Chinese medicine. England, 2021, roč. 16, č. 1, s. 46. ISSN 1749-8546. DOI: [10.1186/s13020-021-00457-8](https://doi.org/10.1186/s13020-021-00457-8)
- MCLEISH, K.; FERGUSON, S.; GANNICLIFFE, C.; CAMPBELL, S.; THOMSON, P. I. T. a WEBSTER, L. M. I. *Profiling in wildlife crime: Recovery of human DNA deposited outside*. Forensic Science International: Genetics. 2018, roč. 35, s. 65–69. ISSN 1872-4973. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.04.002>

- MCMORRIS, Helen; STURROCK, K.; GENTLES, Dennis; JONES, B. J. a FARRUGIA, Kevin J. *Environmental effects on magnetic fluorescent powder development of fingerprints on bird of prey feathers*. Science & Justice. 2019, roč. 59, č. 2, s. 117–124. ISSN 1355-0306. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2018.09.004>
- MCMORRIS, Helen; FARRUGIA, Kevin J. a GENTLES, Dennis. *An investigation into the detection of latent marks on the feathers and eggs of birds of prey*. Science & Justice. 2015, roč. 55, č. 2, s. 90–96. ISSN 1355-0306. DOI: [10.1016/j.scijus.2014.12.004](https://doi.org/10.1016/j.scijus.2014.12.004)
- Metodiky systematického zberu neinvazívnych vzoriek rysa a vlka, vhodných pre DNA analýzu za účelom monitorovania stavu populácií týchto druhov na danom území*. ÚBO AV ČR.
- MODRÝ, David. *Parasites as Biotags. Using parasitology for investigation on origin of traded animals*. Univ. of Vet. and Pharmac. Sci and Institute of Parasitology AS CR, 2015.
- MOORE, M. Katherine; BAKER, Barry; BAUMAN, Tasha; BURNHAM-CURTIS, Mary; ESPINOZA, Edgard; FERRELL, Carolyn; FRANKHAM Greta; FRAZIER, Kim; GILES, Jenny; HAWK, Deedra; ROVIE-RYAN, Jeffrine; JOHNSON, Rebecca; KNOTT, Trrey; KORNFIELD, Irving; LINDQUIST, Christina; LORD, Wayne; MORGAN, Kelly; O'BRIEN, Christopher; OGDEN, Rob; PRIGGE, Tracey-Leigh a WEBSTER, Lucy. *The Society for Wildlife Forensic Science standards and guidelines*. Forensic Science International: Animals and Environments. 2021, roč. 1, s. 100015. DOI: [10.1016/j.fsiae.2021.100015](https://doi.org/10.1016/j.fsiae.2021.100015)
- Procedure for Rhino Horn DNA Sampling*. Department for Environment Affairs, South Africa, 2016.
- Procedures for Evidence Collection, Handling, and Storage*. U.S. Fish & Wildlife Service, 2019. Dostupné z: <https://www.fws.gov/policy-library/e1445fw3>
- RICHARDS, Ngaio, ed. *Carbofuran and Wildlife Poisoning: Global Perspectives and Forensic Approaches*. 1st ed. US: John Wiley & Sons, 2012. ISBN 978-1-119-95110-0.
- ROGERS, Ernest R. a STERN, Adam W., eds. *Veterinary Forensics – Investigation, Evidence Collection and Expert Testimony*. 1st ed. CRC Press, 2020. ISBN 978-0-367-77824-8.
- SHORROCK, Guy. *Wildlife Crime A guide to the use of forensic and specialist techniques in the investigation of wildlife crime*. 2014.
- SCHMIED, Stefanie A. K.; BRUNNERMEIER, Matthias J.; SCHUPFNER, Robert a WOLFBEIS, Otto S. *Age assessment of ivory by analysis of <sup>14</sup>C and <sup>90</sup>Sr to determine whether there is an antique on hand*. Forensic science international. Ireland, 2011, roč. 207, č. 1–3, s. e1-4. ISSN 1872-6283 0379-0738. DOI: [10.1016/j.forsciint.2010.10.022](https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.10.022)
- SRIRAMAN, P.K. *Wildlife Necropsy and Forensics*. CRC Press, 2021. ISBN 978-0-367-77596-4.
- SWGILD Standards and Guidelines*. The Scientific Working Group for Wildlife Forensic Sciences. 2012. Dostupné z: [https://www.wildlifeforensicscience.org/wp-content/uploads/2016/07/swgwild-standards\\_and\\_guidelines\\_2-0\\_12192012.pdf](https://www.wildlifeforensicscience.org/wp-content/uploads/2016/07/swgwild-standards_and_guidelines_2-0_12192012.pdf)
- ŠIMKOVÁ, Halina. *Breviář forenzní genetiky. Forenzní DNA analýza v otázkách a odpovědích*. Tribun EU, 2012.
- Tackling the Trade. Bear detection kits*. WSPA (World Society for the Protection of Animals).
- THOMPSON, Robert Q.; KATZ, Daniel a SHEEHAN, Brendan. *Chemical comparison of Prunus africana bark and pygeum products marketed for prostate health*. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis. England, 2019, roč. 163, s. 162–169. ISSN 1873-264X 0731-7085. DOI: [10.1016/j.jpba.2018.10.004](https://doi.org/10.1016/j.jpba.2018.10.004)
- TOFT, Catherine A. *Evolution of Diet Specialization in Poison-Dart Frogs (Dendrobatidae)*. Herpetologica. 1995, roč. 51, č. 2, s. 202–216. ISSN 00180831, 19385099.

- TRAIL, Pepper W. *Morphological analysis: A powerful tool in wildlife forensic biology*. Forensic Science International: Animals and Environments. 2021, roč. 1, s. 100025. ISSN 2666-9374. DOI: [10.1016/j.fsiae.2021.100025](https://doi.org/10.1016/j.fsiae.2021.100025)
- VAŇKOVÁ, Lenka; ŘÍHOVÁ Pavla; FORMANOVÁ Dominika a VANĚK Daniel. *Zajišťování a skladování vzorků živočišného materiálu pro následnou analýzu DNA - Technický manuál*. Chemagazín. 2020, roč. XXX (2020), č. 6, s. 48–49.
- WALKER, Danny N. a Robert P. THOMPSON, eds. *Wildlife Forensic Field Manual*. 5th Edition. vyd. Colorado, US: Association of Midwest Fish and Game Law Enforcement Officers (AMFGLEO), 2022.
- WASSER, Samuel K.; MAILAND, Celia; BOOTH, Rebecca; MUTAYOBA, Benezeth; KISAMO, Emily; CLARK, Bill a STEPHENS, Matthew. *Using DNA to track the origin of the largest ivory seizure since the 1989 trade ban*. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2007, roč. 104, č. 10, s. 4228–4233. DOI: [10.1073/pnas.0609714104](https://doi.org/10.1073/pnas.0609714104)
- WASSER, Samuel K.; SHEDLOCK, Andrew; COMSTOCK, Kenine; OSTRANDER, Elaine; MUTAYOBA, Benezeth a STEPHENS, Matthew. *From the Cover: Assigning African elephant DNA to geographic region of origin: Applications to the ivory trade*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2004, roč. 101, s. 14847–14852. DOI: [10.1073/pnas.0403170101](https://doi.org/10.1073/pnas.0403170101)
- Wildlife Crime Scene Guide*. UNODC (United Nations Office on Drugs and Crime), 2019.
- Wildlife Crime Scene Investigation. Guide to Evidence Collection and Management*. INTERPOL, 2013.
- Wildlife DNA Sampling Guide. Instructions for the Wildlife DNA Sampling Kit*. UK: Forensic Working Group (FWG), 2014. Dostupné z: [https://www.tracenetwork.org/wp-content/uploads/2012/08/Wildlife\\_DNA\\_Sampling\\_Guide\\_web.pdf](https://www.tracenetwork.org/wp-content/uploads/2012/08/Wildlife_DNA_Sampling_Guide_web.pdf)
- WOODCOCK, Lauren; GOOCH, James; WOLFF, Kim; DANIEL, Barbara a FRASCIONE, Nunzianda. *Fingermarks in wildlife forensics: A review*. Forensic Science International. Ireland, 2023, roč. 350, s. 111781. ISSN 1872-6283 0379-0738. DOI: [10.1016/j.forsciint.2023.111781](https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2023.111781)
- World Wildlife Crime Report 2024: Trafficking in Protected Species*. UNODC (United Nations Office on Drugs and Crime) New York, 2024. ISBN 978-92-1-106458-2. Dostupné z: <https://doi.org/10.18356/9789211064582>
- ZIEGLER, Stefan; DENKL, Claudia; HORNIG, Karin a SCHUPFNER, Robert. *Isotope databases for the determination of age and provenance of elephant ivory*. CITES CoP16 Inf. 19. 2013, s. 1–11.

# Poznámky









