

# Biologický korespondenční seminář



## Biozvěst

Ročník 0

Serie 3 - řešení

## Milí řešitelé

Dostává se vám do rukou autorské řešení předposlední série. Ve Vašich řešeních byste měli najít komentáře, které zdůvodňují bodové hodnocení odpovědí jiným než maximálním počtem bodů. Pokud komentáře nenaleznete, nahrálo se zřejmě řešení v režimu, který nám neumožňoval editaci při opravování. V tomto případě jsme Vám zaslali komentář e-mailem. Pokud by Vám nebylo jasné, proč jste získali konkrétní počet bodů, ozvěte se.

**Pozor, ještě je volných několik míst na terénním soustředění v Pošumaví, tak se nezapomeňte přihlásit do konce dubna!**

### TERÉNNÍ SOUSTŘEDĚNÍ

Koná se od **16. do 21.5.2013 (středa - úterý)**

účastníci se budou vybírat dle dosažených bodů za 1. - 3. sérii a měly by získat více než 0 bodů a řešit alespoň 2 série (počítá se i čtvrtá, pokud ji odešlou do konce dubna, ale bez bodů).

**Hlaste se do konce dubna na adrese**

**biozvest@gmail.com**

Do přihlášky napište, zda-li se budete účastnit celou dobu nebo specifikujte, od kdy do kdy přijedete. Po 1.5. vybereme účastníky a pošleme jim podrobné informace.

**Místo:** Čtvrtníkův srub <http://araneus.skauti.net/srub/>

Leží u Vacova v Pošumaví. Není zde elektřina, tudíž bude akce mimořádně autentická.

**Náplň:** Výpravy do okolí, rekognoskace orchidejových luk mimořádné kvality, determinace nalezených organismů (zejména budeme zkoušet práci s determináčním klíčem), diskuse nad tématy úloh Biozvěstu aj.

**Strava:** Z doneseného či uloveného připravena svépomocí.

**Ubytování:** Ve spacácích. PřF UK na akci přispívá 5 000 Kč, což pokryje náklad na ubytování a zbude něco málo na stravu. Dopravu si každý hradí sám a na jídlo se složíme (odhadované náklady okolo 500 Kč, podle toho, jak budeme hladoví).

Přeji mnoho zdaru při řešení druhé série,  
Stanislav Vosolsobě

---

## Úloha 1: Rozšíření zvířat

Autor: Jiří Hadrava

Počet bodů: 10

Lidé si již dávno všímali, že určitá zvířata někde žijí a jinde nežijí. Ačkoli otázka, proč dané zvíře někde není, může na první pohled působit poněkud triviálně, odpovědět na ni nebývá vždy úplně jednoduché. V následující úloze byste se měli zamyslet nad rozšířením několika živočišných druhů a zkusit vymyslet, jaké jsou příčiny toho, že žijí pouze tam, kde žijí. Vzhledem k tomu, že úvahy typu "proč něco není jinak než jak to je" nemohou být moc dobře podloženy nějakým přímým a nezpochybnitelným pozorováním, oceníme smysluplná řešení i v případě, že se nebudou shodovat se současným většinovým názorem na danou otázku. Pokud by Vám při řešení nestačilo samotné zadání a potřebovali byste nahlédnout přímo do map areálů, najdete je na webu IUCN <http://www.iucnredlist.org>, kde si můžete konkrétní mapu vyhledat zadáním latinského (či anglického) jména požadovaného druhu.

**1) Ve střední Evropě můžete potkat pouze jediný druh krtek, je jím krtek evropský *Talpa***

**europaea. Tento druh žije i ve Velké Británii, nikoli však v Irsku. Proč tam není?**

Irsko i Velká Británie leží na kontinentální desce Evropy a během glaciálů, kdy voda vymrzá do ledovců a moře klesá o cca 150 m se lze do Irska dostat po souši. Během doby ledové však byl v Irsku ledovec a na konci doby ledové tam bylo stále velmi chladné počasí, které zabránilo v kolonizaci ostrova žížalami. Zatímco krtek by hypoteticky mohl překonat i moře, pro žížaly je slaná voda nepřekonatelnou bariérou. Krtci tudíž nenacházejí v Irsku potravu.

1 bod

**2) Čím je dána severní hranice rozšíření krtka obecného?**

Severní hranici krtka především ovlivňuje skutečnost, po jak dlouhou dobu je zmrzlá půda.

Areál krtka končí už o několik set kilometrů jižněji, než je hranice permafrostu. 1 bod

**3) Krtek evropský nežije na jihu Pyrenejského, Apeninského ani Balkánského poloostrova. Víte proč?**

Je to způsobeno kompeticí s jinými druhy krtků, kteří zde žijí, viz další otázka. (Uznávána je i odpověď „Ano“ či „Ne“, ale nikdo to nenapsal) 1 bod

**4) Jaké další druhy krtků žijí v Evropě? Ke každému z nich napište, kde přibližně žije.**

Mezi další druhy krtků žijící v Evropě patří: *Talpa caecea* (Itálie a sever Balkánského poloostrova, zdejší oddělená populace se nově označuje jako *Talpa hercegovinensis*), *Talpa occidentalis* (Španělsko, Portugalsko), *Talpa caucasica* (sever Turecka, Rusko), *Talpa stankovici* (Srbsko, Černá Hora), *Talpa romana* (jih Itálie), *Talpa levantis* (Turecko, JV Balkán, Kavkaz).

2 body

**5) Překrývají se areály některých evropských krtků? Pokud ano, tak jak je to možné?**

Ano, areály některých druhů evropských krtků se překrývají. Druhy *T. occidentalis*, *T. caecea*, *T. Hercegovinensis* a *T. levantis* jsou menší než ostatní krtci, proto si s nimi tolik nekonkurují.

1 bod

**6) Nyní se přesuňme od krtků někam jinam a podívejme se na rozšíření psovitých šelem.**

**Proč jsou vlci *Canis lupus* jak v Eurasii, tak v Americe, zatímco šakali *Canis aureus* jsou jen ve Starém světě?**

V tomto případě jde nejspíše o důvod historický, průchod mezi Eurasií a Amerikou byl v době posledních milionů let možný pouze přes Beringovu úžinu, která v glaciálech, když bylo větší množství vody vázáno v ledovcích, nebyla zaplavena. Přejít tedy mezi Amerikou a Eurasií bylo možné pouze v zeměpisných šířkách nedalekých od polárního kruhu. Proto zvířata, která tehdy obývala i polární oblasti (kromě vlka také např. los, sob, medvěd či rosomák), nyní najdeme na obou těchto kontinentech, zatímco teplomilnější druhy neměly kudy projít.

1 bod

**7) A teď ještě otázka z ptačí říše. Budníček zelený *Phylloscopus trochiloides* hnízdí nejčastěji na Sibiři, v Evropě jej můžeme potkat jen zřídka. Co mu brání v masivnějším šíření z tradičních hnízdišť směrem na východ či západ?**

Důvody nejsou ani klimatické, ani konkurence s jinými druhy. Budníčci zelení mají svá tradiční zimoviště v Indii. V místech, odkud by to do Indie bylo moc daleko, tedy nemohou pravidelně hnízdit. Jedním z nejzápadněji položených míst, kde tento pták hnízdí, je naše republika, v létě jej můžete potkat v Krkonoších či Beskydech. Potvrzené záznamy výskytu tohoto druhu na našem území můžete sledovat zde: <http://fkcsso.cz/druhypos/phytro.html>.

1 bod

**8) Budníček zelený se někdy uvádí jako příklad tzv. ring species. Co to znamená?**

Termín ring species se používá pro druhy, jejichž areál se z jednoho místa šířil do více stran aniž by byl přerušen genový tok mezi jednotlivými populacemi. Díky vzájemnému křížení tedy všichni jedinci stále fungují jako jedna evoluční linie, přesto se však může stát, že populace na protilehlých okrajích protáhlého areálu se stanou natolik odlišnými, že přímo mezi sebou by se už křížit nemohly, a nebýt toho "mezi" by se tak genový tok přerušil, čímž

by z jednoho druhu vznikly dva sesterské. Ring species se tomu říká proto, že právě u druhů s areály prstencovitého tvaru by bylo možné pozorovat místo styku protilehlých populací, a doložit tak jejich nekřížitelnost. Dokladů takovýchto ring species je pomálu, pokud však abstrahujeme od představy protáhlého areálu jehož protilehlé konce se potkají, může nám jako příklad posloužit i náš domácí pes – u těch se stačí místo gradientu geografického dívat na gradient tělesné velikosti – malí psi se mohou křížit s malými i s o trochu většími, ti s ještě většími atd., genový tok proto může probíhat mezi psi všech velikostí, jsou tedy prozatím svázáni jedním evolučním osudem. Když se však setká chrt s jezevčíkem, štěňátko z toho nebude, opět by tedy stačilo, aby zmizelo to "mezi" a rázem by tu byly dvě oddělené evoluční linie, dva různé druhy. 1 bod

- 9) **Na závěr ještě drobná teoretičtější otázka k zamyšlení: Když jste v předchozích otázkách přemýšleli o důvodu, proč někde nějaké zvíře není, do jakých všech oblastí Vaše úvahy zabíhaly? Zkuste nějak stručně a co nejobjektivněji shrnout, jaké aspekty mohou být zodpovědné za omezenou rozlohu areálů.**

Rozšíření druhu může být limitováno buďto aspekty ekologickými (nemůže někde žít) nebo historickými (teoreticky by tam žít mohl, ale vzhledem ke konkrétní historii naší planety se tam nemohl dostat). S nejčastějšími z těch ekologických příčin jste se setkali v prvních pěti úlohách, když jste se zabývali rozšířením evropských krtek. Mezi tyto příčiny tedy patří např. absecne potravy, nevhodné klima či konkurence s jinými druhy. Ne všechny ekologické důvody, proč by daný druh jinde žít nemohl, jsou zcela intuitivní, např. u budníčka zeleného bychom jen těžko hledali důvody, proč se mu v Evropě či Americe nelíbí, bez detailnějšího studia tohoto konkrétního druhu bychom odpověď na sedmou otázku našli jen těžko. S příkladem z historické biogeografie jste se setkali při řešení šesté otázky. Pokud by Vás tato problematika zajímala blíže, doporučuji prolistovat přípravný text k biologické olympiádě z roku 2004, v pdf jej najdete zde:

[http://www.biologickaolympiada.cz/files/pripravne\\_texty/PT2004.pdf](http://www.biologickaolympiada.cz/files/pripravne_texty/PT2004.pdf). Na základě této brožurky si lze udělat docela dobrou představu o tom, jak se v minulosti trhaly kontinenty, na kterém žila která zvířata, a která se tedy kdy mohla kudy a kam rozšířit. 1 bod

---

## Úloha 2: PCR

Autor: Stanislav Vosolsobě

Počet bodů: 11

Již na základní škole omrzely Bioslava chemické pokusy a chtěl dělat něco sofistikovanějšího. Už pár let má ale jasno: bude geneticky manipulovat svého kocoura. Nebo alespoň kytky, co má doma. Z počátku myslel, že to bude velice komplikované, ale pak zjistil, že to tak obtížné nebude. Největší problém je s PCR. A bez ní to nejde. Zjistil, že cyclery na PCR není vůbec levný a po bazarech také nepochodil. Bioslav není z bohaté rodiny a přestože se již několik let živí pouze lovem, sběrem a pěstováním a veškeré dětské přídatky si pečlivě spoří, na koupi se nezmůže. Bude muset improvizovat. O to více to Bioslava vzrušuje.

- 1) **Kolik let by musel Bioslav spořit dětské přídatky, aby si mohl dovolit cyclery?**

Bioslav jako středoškolák by dostával 700 Kč měsíčně, cyclery stojí v řádu 70 000 Kč.

Bioslav bude mít na přídatky nárok do listopadu 2020 a do té doby by právě uspořil tuto částku (dle pátrání Doubravky lze sehnat i zánovní cyclery pod 20 000 Kč). 1 bod

- 2) **Princip cyclery je vlastně jednoduchý a přístroj půjde snadno vyrobit ze součástek, které má Bioslav doma (různé motorky, kolečka, tyčky, šrot z různých kuchyňských**

**přístrojů...) a nebo si za uspořené peníze může dokoupit (teplotní čidla a časové spínače). Jak by mohl Bioslav přístroj vyrobit? Tento princip byl dokonce využíván v předpotopních dobách molekulární biologie!**

Stačí zařídit tři různé vodní lázně vyhřívané na konstantní teplotu, k tomu by stačila topná spirála ze starého vařiče a bimetalové teplotní čidlo. Bylo by vhodné uspořádat lázně do kruhu a vzorek umístit do rotujícího ramena, které by v pravidelných intervalech přemísťovalo vzorky mezi lázněmi. K tomu bude stačit elektromotor a pár převodů a časový spínač. 1 bod

**3) Na jakém fyzikálním principu pracují současné PCR cyclery?**

Samotné ohřívání by nebylo problém, k tomu by postačil odpor a termostat. Složitější je však rychlé ochlazování bloku - to je založeno na Peltierově jevu. Pokud proud prochází polovodičovým rozhraním (např. bismut - tellur), dochází zároveň k ohřívání jednoho a ochlazování druhého materiálu. Pokud zahřívající se část ochlazujeme vzduchem, z druhé části můžeme efektivně odvádět teplo. Bioslav by mohl postavit klidně cykler z Peltierových článků, viz <http://www.gme.cz/peltierovy-clanky> nebo ho vymontovat z chladicího zařízení processoru počítače. 1 bod, -0,5 bodu, pokud není zmíněn Peltierův jev

**4) Dalším problémem je primer. Ten musí být komplementární k sekvencím na začátku a na konci úseku DNA, který chceme amplifikovat. Jak se žádaný oligonukleotid získává? Jak konkrétně by si ho mohl opatřit Bioslav a kolik by to stálo?**

Primery se navrhují dle známého začátku a konce amplifikované sekvence. Oligonukleotid se pak vyrábí chemicky, kdy se imobilisuje první nukleotid k podkladu a na 5' konec se přidávají postupně další nukleotidy. Po každém kroku se produkt musí chromatograficky vyčistit tak, abychom vždy pracovali s frakcí, kde se přidal právě jeden nukleotid. Primery se objednávají u specializovaných firem, např. v ČR Generi-Biotech z Hradce Králové. 2 body

**5) Funkční primer musí splňovat určitá kritéria. Odhalte mouchy u následujících primerů:**

**5'-CATTGTATTTAAGCAAATGAAATC-3'**

Tento primer má příliš malý podíl GC párů ku AT a bude slabě interagovat s templátem. Doporučuje se 40 – 60% GC, zde jen 26%

**5'-GACCAGGTATACCTGGACTTG-3'**

Tento primer je vnitřně komplementární a může tvořit vlásenku (oblast CCAGGTA-TACCTGG). Primery, které tvoří vlásenku se nemohou efektivně vázat na templát.

**5'-ATTAGAAGCAAATTATGGCGGCC-3'**

Tento primer má na 3' konci 7 GC párů a ty mohou natolik silně interagovat s DNA, že se mohou chytit jakékoliv GC bohaté sekvence, která je přítomna ve vzorku DNA a nemusí to být právě náš úsek. GC páry by měly být rovnoměrně rozmístěny po primery a nikdy by na jednom konci nemělo být více GC párů pohromadě, na druhou stranu je dobré, když na 3' konci bude alespoň jeden GC pár, aby konec primeru pevně seděl a nevlál. 3 body

**6) PCR by nešla bez polymerázy. Kary Mullis vymyslel princip PCR přesně před 30 lety. Praktické rozšíření metody umožnilo ale až použití Taq polymerázy. V čem spočívá její výhoda?**

Taq polymeráza je získána z termofilní bakterie *Thermus aquaticus*. Tato bakterie žije např. ve zřídlech Yellowstonekého pohoří a běžně vydrží teploty okolo 100°C. Původní polymerázy z obyčejných bakterií se denaturují při každém kroku PCR, kdy rozplétáme DNA teplotou 95°C. Proto se musely při každém kroku přidávat znovu a reakce byla extrémně drahá. Taq polymeráza se přidá na začátku reakce a vydrží až do konce. 1 bod

**7) Na kolik řádově přijde jedna obvyklá PCR reakce, když budeme brát v úvahu cenu**

### **Taq polymerázy, nukleotidů, PCR zkumavek a pipetovacích špiček?**

Cena jedné PCR se pohybuje v řádu do 10 Kč. Potřebujeme epinku (kvalitní PCR epinka může stát i v řádu jednotek korun), asi šest pipetovacích špiček (ty stojí v řádu desítek haléřů za kus), nukleotidy a polymerázu. Polymeráza se prodává v epinkách po 100 µl jako roztok enzymu v glycerolu a uchovává se zmražená. Stojí od 600 Kč, tedy na jednu reakci, kdy se použije typicky 0,75 µl na 50 µl vychází cena do 5 Kč. Reakční pufr je součástí balení polymerázy. Primery zakoupené v předešlé otázce vystačí na více než 2 000 reakcí. Směs volných nukleotidů (100 mM deoxyATP, deoxyTTP, deoxyCTP a deoxyGTP) stojí 10 000 Kč za 1 ml, který vystačí na 10 000 reakcí. Pro informaci si můžete prolistovat např. ceníky Fermentas a Bioplastics, které najdete snadno pomocí Google. 2 body

---

### **Úloha 3: Pojdme si číst...!**

Autor: Anna Elexhauserová , Stanislav Vosolsobě

Počet bodů: 10

Základním způsobem, jak se něco nového dozvědět, je si to někde přečíst. Co se vědy týče, pro tyto účely nám slouží články (někdy taky zvané „pejpry“ – z anglického výrazu „paper“). Jsou to odborná pojednání, ve kterých autor (nebo autoři) předkládají výsledky svého experimentu – pak se jedná o tzv. původní články, případně sepisují již známé informace k danému tématu od jiných autorů – pak jde o tzv. review. Takový článek má přesně danou formu, měl by obsahovat určité kapitoly. Začíná názvem, jmény autorů a jejich pracovištěm a podobnými informacemi. Dále je tu abstrakt, stručné shrnutí celé práce pro ty, kteří jsou líní číst celý text. Pak zpravidla následují „keywords“ – několik výrazů, kterých se článek týká a podle kterých může být případně vyhledán v databázích. Další je úvod, v němž se píše, co je již k dané problematice známo. V kapitole týkající se materiálu a metod se přesně popisuje, jakým způsobem byl výzkum prováděn. Výsledky stroze informují o tom, co bylo zjištěno. Naproti tomu v další kapitole, v diskusi, jsou výsledky zjištěné autorem konfrontovány s tím, co bylo již dříve k dané problematice známo. Závěr pak stručně shrnuje, co je tedy výsledkem práce. Za ním bývá zvykem psát poděkování všem, kteří se na výzkumu podíleli a také těm, kteří ho financovali. Poslední je pak seznam použité, citované literatury. A jako úplně poslední, v případě, že autor nějaké má, jsou to různé přílohy.

Vy si v této úloze vyzkoušíte, jaké to je, dolovat informace z vědeckého článku. Stáhnout si ho můžete na této adrese: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2692860/pdf/1471-2334-9-72.pdf>. (Flegr J. et al. (2009): Increased incidence of traffic accidents in Toxoplasma-infected military drivers and protective effect RhD molecule revealed by a large-scale prospective cohort study. BMC Infectious Diseases. 9:72) Pozorně si jej přečtěte a poté zodpovězte následující otázky. Informace čerpejte z tomtoto článku, nemusíte hledat jiné zdroje informací o Toxoplasma gondii nikde jinde (navíc jiné zdroje, např. popularizující články, mohou původní výzkum chybně interpretovat).

#### **1) Jaké povolání vykonávali testovaní lidé? Jakého byli pohlaví?**

Byli to vojáci, řidiči, muži.

1 bod

#### **2) „Bude-li Bioslav RhD pozitivní, bude u něj zvýšené riziko nakažení Toxoplasma gondii.“ Je toto tvrzení pravdivé?**

Není to pravda. RhD pozitivní jedinci se klidně *Toxoplasma gondii* nakazit mohou, je u nich ale nižší pravděpodobnost, že se po nakažení stanou účastníky dopravní nehody, než u RhD negativních jedinců.

2 body

- 3) **Ve studii bylo použito mnoho různých sofistikovaných statistických metod. Podle kterého kritéria je rozhodováno, zda-li má či nemá daný faktor signifikantní vliv na výsledek pozorování? Jak byla stanovena mez průkaznosti?**

Ve většině statistických testů je to *p-hodnota*, (*p-value*). Říká nám, jaká je pravděpodobnost, že rozdíl, který jsme nameřili, vznikl pouze náhodou. Bere v úvahu jednak přirozenou variabilitu veličiny (např. je rozdíl, pokud zaznamenáváme počet končetin u živočichů a počet listů u rostlin) a počet měření (pokud máme málo hodnot, je možné, že jsme právě narazily na odlehlé případy (a navíc ani nemůžeme spolehlivě odhadnout variabilitu veličiny)). Rozměr *p-hodnot* je od 0 (je vyloučeno, že rozdíl vznikl náhodou) do 1 (je jisté, že rozdíl je jen náhodná fluktuace). V praxi se arbitrárně stanovila mez 0,05 (tj. 5%), nad kterou diskutujeme pozorování za náhodné. Vždy však zohledňujte skutečnou velikost *p-hodnoty*. Její síla se také liší u různých typů měření a statistik, někdy může být i směrodatná hodnota nad 5%, jindy je i 5% vliv náhody. 2 body

- 4) **Jak tedy ovlivňuje *Toxoplasma gondii* řidiče?**

Tím, že se u lidí nakažených *Toxoplasma gondii* zvyšuje reakční čas, je u nich větší pravděpodobnost, že se jim přihodí dopravní nehoda (tato pravděpodobnost je 2,6x větší než u jedinců nenakažených).

(Pomluvy také hovoří o tom, že nakažení jedinci by se velice rádi nechali sežrat například tygrem či lvem, stejně jako je u nakažených hlodavců více pravděpodobné, že je sežere například kočka.) 1 bod

- 5) **Lidé nakažení *Toxoplasma gondii* se povahově liší od těch nenakažených. Popište problém, který to může způsobovat při děláni výzkumu na těchto osobách.**

Je pravděpodobné, že jedinci nakažení *Toxoplasma gondii* se budou méně ochotně účastnit výzkumů. To tedy může vést k tomu, že poměr nakažených x nenakažených jedinců ve výzkumu a v reálné populaci je odlišný. 2 body

- 6) **Jak autoři článku ví, že procento nakažených *Toxoplasma gondii* v populaci závisí na hygienických stadardech, klimatu a stravovacích návycích?**

Autoři se to pravděpodobně dozvěděli z článku: Tenter AM, Heckerth AR, Weiss LM: *Toxoplasma gondii: from animals to humans*. Int J Parasitol 2000, 30:1217-1258. 1 bod

- 7) **Koncentrace kterého hormonu se u mužů zvyšuje po nakažení *Toxoplasma gondii*? Jaké to má následky?**

Jedná se o hormon testosteron. Muži se zvýšenou hladinou testosteronu jsou mužnější, agresivnější, výkonnější, drsnější. 1 bod

---

## Úloha 4: Stopování savců

Autor: Anna Elexhauserová

Počet bodů: 15

Chceme-li se dozvědět co nejvíce o životě zvířat, ideální je samozřejmě sledovat je na živo. To bývá ovšem většinou obtížné – můžeme se sice vypravit do ZOO a pozorovat zvířata tam, nebude to však pozorování v jejich přirozeném prostředí a naopak, budeme-li chtít sledovat volně žijící živočichy, vyžaduje to mnoho času a trpělivosti. Musíme si proto najít jiný způsob. A právě v souvislosti s nadcházející zimou se jeden takový způsob přímo nabízí. Jde o sledování stop. (Dobrým pomocníkem pro tento úkol vám může být kniha *Poznáváme naše savce* od autorů Miloše Anděry a Ivana Horáčka.)

- 1) **Vydejte se ven, ideální dobou pro pozorování je ráno po noci, kdy sněžilo a na zemi tudíž**

leží vrstva čerstvého sněhu. Dívejte se po stopách a napište, které druhy savců (tedy jejich stopy) jste potkali a kdy a v jakém prostředí to bylo. Pokuste se porovnat různé biotopy (les, křoviny, louky, u vody aj.) a různé typy krajiny (antropogenní, zemědělská, přírodní a pod.).

*max 5 bodů*

**2) Vyberte si v terénu stopy jednoho zvířete a pokuste se je co nejdéle sledovat. Napište, o jaký druh se jednalo, jak dlouho se vám podařilo stopy sledovat, co jste po cestě potkali a kde se stopy ztratily. Pokuste se ze stop vyčíst co nejvíce o chování zvířete. Můžete nakreslit i mapku. Pokud by Vám počasí nepřálo a byl nedostatek sněhu, můžete se zaměřit na stezky velkých savců, které jsou dobře patrné i v měkké půdě.**

*max 5 bodů*

**3) Co je to stopní dráha? Proč je pro určování druhů podle stop důležitá?**

Jde o sled jednotlivých stop, ze kterého lze vyčíst například délku a šířku kroku zvířete či jeho zdravotní stav (nemocné zvíře může kulhat). Také podle ní lze určit, jak se dané zvíře pohybovalo, zda šlo klidně nebo naopak rychle běželo (například liška v klidu klade zadní nohy do otisků předních, tzv. čáruje či šňuruje, kdežto liška v úprku se pohybuje spíše poskoky a proto se její přední nohy otiskují vedle sebe a zadní zrovna tak). Některé druhy zvířat se při stopování nejčastěji určují právě podle jejich typické stopní dráhy, případně nám stopní dráha s určením dosti pomůže (například kunovité šelmy se zpravidla pohybují poskoky).

*1 bod*

**4) Kuna skalní *Martes foina* a kuna lesní *Martes martes* jsou si poměrně hodně podobné a to platí i pro jejich stopy, které od sebe dokáže spolehlivě rozlišit jen dobře trénované oko. Podle čeho jiného byste mohli bezpečně určit, stopu kterého druhu jste našli?**

Nejdůležitějším vodítkem bude to, kde jsme stopy kuny našli. Kuna lesní je tvor opravdu lesní, obývá tedy hluboké hvozdy a v otevřené krajině či v blízkosti lidských sídel se zpravidla nevyskytuje. Naproti tomu kuna skalní je živočich synantropní, často obývá různé kůlny, boudy či půdy domů, můžeme jí potkat klidně i na českobudějovickém náměstí. Podle biotopu si tedy domyslíme, o kterou kunu se jedná (samozřejmě, tato metoda není stoprocentně spolehlivá).

*1 bod*

**5) U kterých našich savců byste našli plovací blány mezi prsty? Patří všichni do jedné čeledi?**

Jsou to tyto savci: vydra říční, norek americký, bobr evropský a nutrie říční. (Norek evropský, který má na nohou jen neúplné plovací blány se na našem území bohužel již nevyskytuje.) Do jedné čeledi nepatří, nepatří dokonce ani do jednoho řádu (vydra a norek patří do čeledi lasicovitých šelem, bobr a nutrie jsou hlodavci – bobr z čeledi bobrovitých a nutrie z čeledi nutriovitých).

*1 bod*

**6) Je možné najít kromě otisků nohou i otisky jiných částí těla savců? Jestli ano, o které části těla se jedná a u kterých savců tomu tak je?**

Ano, je to možné. Lze nalézt otisky ocasu (například u bobra, myšic, rejska nebo vydry), otisky břicha (u prasete divokého či u krta). Speciální případem je pak lezoucí netopýr, který obtiskuje stočený ocas i s kusem létací blány. Také je možno najít půdu rozrytou čumákem, nejčastěji od divokých prasat.

*1 bod*

**7) Kterému savci patří první největší a druhá největší stopa, se kterou se u nás můžeme setkat? Kde konkrétně může k tomuto setkání dojít?**

Zdaleka největší stopu má z našich savců medvěd hnědý. Můžeme se s ním setkat na Moravě, konkrétně pak v Beskydech.

Druhou největší stopu má los evropský. Losa byste potkali na Šumavě, na pravém břehu Lipna, kde se nachází jeho stabilní populace. Další stabilní populace se ještě donedávna nacházela na Jindřichohradecku, od roku 2010 však zřejmě neexistuje. Migrující losy je pak možné potkat téměř kdekoli na našem území.

*1 bod*

**8) Bonusová otázka: Kdo se ve šlépějích nevyzná?**

Jeden. (Pú M., 1926)

*1 bonusový bod*



## **Úloha 4: Mnohočetné přiřazování**

Autor: Stanislav Vosolsobě

Počet bodů: 8

- 1) Proveďte multiple alignment všech stažených sekvencí živočišných keratinů pomocí programu ClustalW v BioEditu či jiném odpovídajícím software. Alignment případně ručně doladíte a uložte jako fasta soubor, který přiložíte k řešení.**

*Za vytvoření alignmentu až 5 bodů*

- 2) Diskutujte, jak se keratiny liší v rámci celé proteinové rodiny - jak vypadají homology keratinů u nejjednodušších živočichů, co vše se z nich během evoluce vyvinulo a jak se odlišují jednotlivé paralogy keratinů u odvozených druhů?**

*Za oddiskutování variability sekvencí až 3 body*