

# Biologický korespondenční seminář



## Biozvěst

Ročník 1

Série 2 - řešení

## Milí řešitelé

Druhá série Biozvěstu se uzavírá. Se zpožděním, které bylo způsobeno vytížením tvůrců, vydáváme řešení úloh. Na základě výsledků po druhé sérii vybereme patnáct zájemců o zimní soustředění v Krkonoších.

Pokud byste měli připomínky k autorskému řešení, neváhejte a ozvěte se, věcné chyby v řešení, které najdete a podložíte relevantním literárním zdrojem budou ohodnoceny speciálními body.

Ve Vašich řešeních byste měli najít komentáře, které zdůvodňují bodové hodnocení odpovědí jiným než maximálním počtem bodů. Pokud by Vám nebylo jasné, proč jste získali konkrétní počet bodů, ozvěte se.

Přeji mnoho zdaru při řešení třetí série,  
Stanislav Vosolsobě

---

### Úloha 1: Mykorhiza

Autor: Stanislav Vosolsobě

Počet bodů: 15

Podzemní soužití hub a rostlin je víc, než jen že se potkaly dva organismy a dohodly se na společné cestě životem. Bez mykorhizy by totiž nebylo zřejmě ani hub, ani vyšších rostlin. Podobně jako po setkání lidoopa s vlkem vznikl člověk lovec a pes, přítel člověka.

- 1) Evolučně nejstarší mykorhiza je arbuskulární. Pokuste se zjistit, u kterých archaických rostlin již byla doložena a jaká skupina hub ji vytváří. Kde leží tato skupina na fylogenetickém stromě hub a co z toho vyplývá z hlediska evoluce hlavních skupin hub a rostlin?**

Arbuskulární mykorhizu tvoří skupina *Glomeromycota*, která byla nepříliš dávno díky molekulární fylogenetice vyčleněna jako sesterská k stopkovýtrusým a vřeckovýtrusým houbám *Basidiomycota* a *Ascomycota*. Starší skupinou jsou pak spájivé *Zygomycota* a na bázi hub jsou *Chytridiomycota*. Mykorhizní jsou již první polosuchozemské rostliny ze spodního devonu označované směsně jako „*Rhyniophyta*“. Vzhledem k tomu, že modernější skupiny hub pocházejí z podobné doby, kdy docházelo z masivní evoluci rostlin, je zřejmé, že pokročilé houby a rostliny vznikaly souběžně koevolucí.

4 body

po 1 bodu za rhyne a *Glomeromycota*,

1 bod za fylogenetické vztahy

1 bod za koevoluci hub a rostlin

- 2) Zástupci této skupiny hub jsou výhradně mykorhizní. Jaké problémy to přináší, pokud bychom chtěli tyto houby kultivovat (např. na živném médiu)?**

Arbuskulární houby striktně vyžadují přítomnost rostlinného symbionta, a to i na agarovém médiu bohatém na živiny. Spora vyklíčí sama o sobě a aktivně hledá rostlinu, orientuje se dle exudátů kořene, které stimulují aktivitu hyfy. Pokud hyfa nenalezne hostitele, vyčerpá se a zahyne. Bez rostliny nedokáže čerpat sacharidy z media a růst.

1 bod

- 3) U kterých rostlin nacházíme arbuskulární mykorhizu?**

Arbuskulární mykorhizu nalezneme u většiny rostlin (~80 %). S výjimkou několika skupin, jako například brukvovité *Brassicaceae*, které jsou nemykorhizní a skupin, které mají ektomykorhizu, či jiné vzácné typy mykorhizy (orchideje, nezelení hniláci, vřesovcovité), je tato mykorhiza u všech ostatních rostlin.

1 bod

pouhý výčet druhů je za 0,25 bodu

- 4) Mnohem mladší je ektomykorhiza. Jaká skupina hub a jaké rostliny se podílí na této**

**symbiose? Vyjmenujte i konkrétní příklady druhů!**

Ektomykorhizu vytvářejí zejména stopkovýtrusé houby *Basidiomycota*, v menší míře vřeckovýtrusé *Ascomycota* a spájkivé *Zygomycota*. Ektomykorhizní houby

- Hřib smrkový - smrk ztepilý
- Hřib borový - borovice lesní
- Křemenáč březový - břıza bělokorá
- Klouzek sličný - modřín opadavý
- Lanýž černý - *Quercus ilex*

2 body

1 bod za výčet skupin, bod za příklad

**5) Do příbuzenstva ektomykorhizních hub patří oproti arbuskulárním mnoho dalších nemyorhizních. Jaké zdroje živin tyto houby využívají?**

Nemyorhizní houby se živí saprotrofně rozkladem odumřelé biomasy a mohou přejít i k parazitismu, jako například václavka *Armillaria*. Saprotrofní výživa se může vyskytovat i u ektomykorhizních druhů.

1 bod

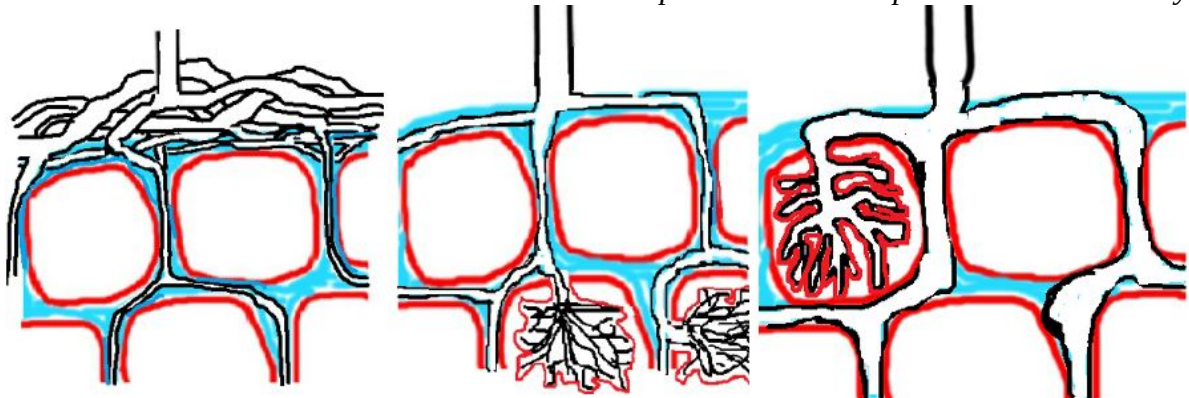
**6) Na obrázku vidíte situaci, kdy hyfa houby (černě) právě potkala kořen rostliny. Dokreslete do obrázku (stačí velice schematicky, třeba i v programu malování), co se stane po několika dnech, až se ustaví mykorhizní symbiosa. Nakreslete jeden obrázek pro variantu arbuskulární mykorhizy, druhý pro ektomykorhizu. Dbejte na správné zakreslení buněčných stěn (modře) a plasmatické membrány rostlinné buňky (červeně).**

Vybral jsem obrázky Lukáše a Jasněnky, na prvním obrázku je situace s ektomykorhizou, kdy se vytváří hyfový plášť na povrchu kořene a pouze některé hyfy pokračují do mezibuněčných prostor v kořeni a tvoří Hartigovu síť. Žádná hyfa nevstupuje do prostoru buňky, ledaže by využila místo, kde nějaká buňka odumřela. Na dalších dvou obrázcích je arbuskulární mykorhiza, kdy hyfa netvoří žádný hyfový plášť, ale ihned prorůstá do nitra kořene, kde vytváří stomečkovité útvary v buňkách. Je naprosto klíčové, že povrch hyfy je v buňce celý lemován plasmatickou membránou rostliny (červeně, zvláště pěkně ztvárnila Jasněnka). Pokud by došlo k průniku hyfy skrz plasmatickou membránu, došlo by ke smrti buňky a houba by se chovala jako nekrotrofní parazit. Některé houby fungují jako biotrofní parazité, v tom případě by byla taktéž hyfa obalena membránou rostlinného původu, ale tok látek by byl pro rostlinu jednoznačně nevýhodný.

4 body

Hartigova síť a hyfový plášť po 1 bodu  
vnitrobuněčné arbuskuly za 1 bod

1 bod za správné zakreslení plasmatické membrány



**7) To, že tečou sacharidy z rostlin k houbám výměnou za vodu a minerály je obecně platné. V jakých situacích se však směr toku sacharidů může obracet? Vymyslete jednak situaci vyskytující se v běžné ektomykorhizní symbiose, kdy u daného druhu rostliny a houby ve většině ostatních situací tečou sacharidy směrem k houbám a pak příklady rostlin, které mají obrácený tok sacharidů jako výchozí stav.**

U ektomykorhiz je obrácený tok živin v případě semenáčků stromů rostoucích v podrostu, ty

nemohou v zástinu účinně fotosyntetizovat a tak parazitují na mykorrhize. Přeneseně je vlastně semenáček vyživován dospělým stromem. Jako výchozí je tok sacharidů směrem k rostlině u mykotrofních rostlin, například orchidejí a hnilákovitých. Houba je v tomto případě parazit na ostatních rostlinách, ektomykorrhizní či saprotrofní.

2 body

za každý příklad 1 bod

---

## Úloha 2: Geografem v říši zvířat I

Autor: Albert Damaška

Počet bodů: 12

Jedním z přístupů, jakým zkoumat živočichy, je jejich výzkum na regionální úrovni. Výsledná data z takových výzkumů mohou posloužit k mnohým zajímavým vědeckým cílům, ale hodí se i pro účely ochrany přírody. Metoda regionálního zkoumání fauny, kterou se v této úloze budeme zabývat, se nazývá **faunistika**. Na tomto místě je dobré zmínit, že přístupů k regionálnímu výzkumu biodiversity je více a v botanice mají o něco větší vědeckou váhu, než v zoologii. My se ale v této úloze budeme zabývat jen zvířaty a faunistikou (a botanický protějšek, floristiku, necháme na jindy). Faunistika je metoda, která nám přináší data o rozšíření daného druhu v rámci jeho areálu (pak mluvíme o faunistickém mapování) nebo data o diversitě druhů na konkrétní lokalitě (pak jde o faunistický průzkum).

- 1) **Mapování je metodou velmi efektivní v případě, že do něj lze začlenit širokou veřejnost. Jaké vlastnosti musí mít mapované zvíře, aby se do mapování dalo začlenit co nejvíce lidí? Uveďte příklady takových zvířat či případně rovnou nějakých mapovacích programů ze současné doby, do kterých je začleněna informovaná veřejnost.**

Druh, který je mapován širokou veřejností, by měl být snadno rozpoznatelný, pokud možno nezaměnitelný, výrazný a dobře poznatelný. Příklady takových mapování lze nalésti například na serveru [biolib.cz](http://biolib.cz), zajímavým příkladem zapojení veřejnosti do geografického zkoumání biodiversity je projekt Nářečí českých strnadů. A tak veřejnost dnes může mapovat (kromě zmíněných strnadů nářečí) třeba kudlanku nábožnou, zajíce, sysly nebo bobry. A veřejných mapování je mnoho dalších.

2 body

1 za vlastnosti zvířat,

0,5 za uvedené programy a 0,5 za příklady zvířat

- 2) **Průzkum, na rozdíl od mapování, je spíše záležitostí dlouhodobé práce jednotlivce, případně více lidí, kteří lokalitu dlouho navštěvují. K výzkumu jakých jevů je možné data z faunistických průzkumů použít? K čemu se výsledky průzkumů hodí prakticky (např. při ochraně přírody)?**

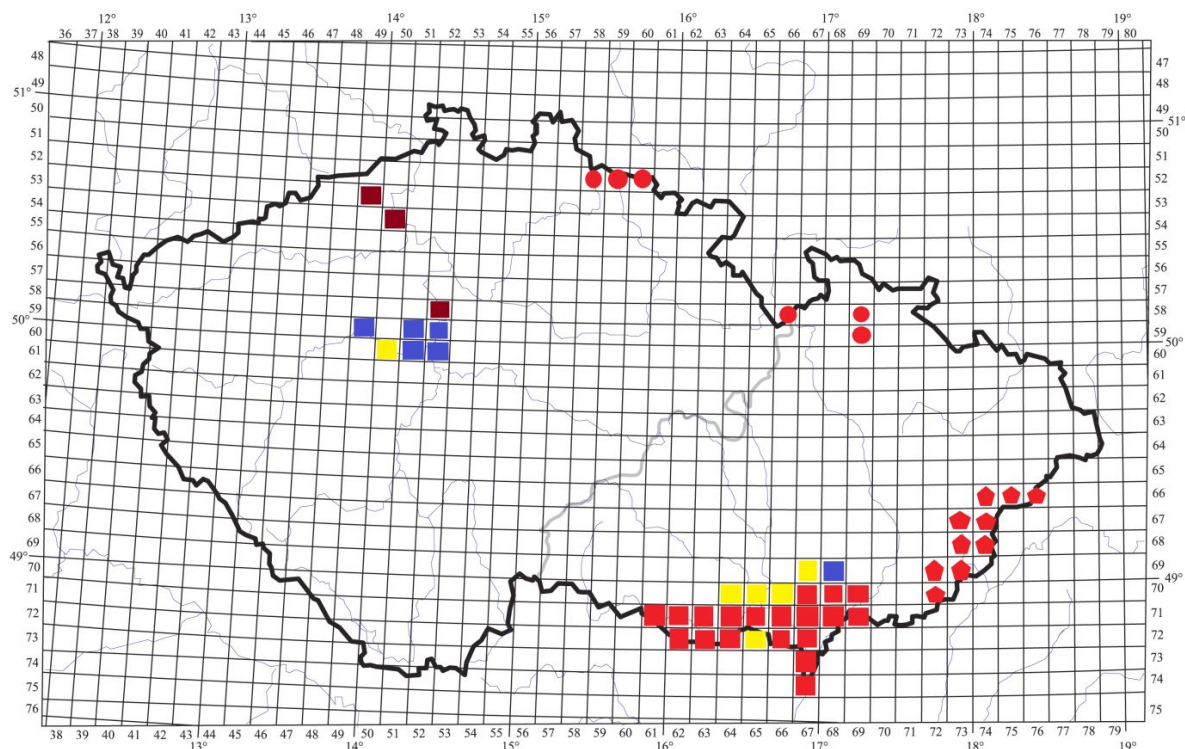
Faunistický průzkum nám přináší informace o dlouhodobých změnách fauny na lokalitě, z dalších dostupných, např. meteorologických, klimatických či geologických informací lze vyčíst, jaký měly abiotické či antropogenní faktory na faunu vliv. Zjistit lze i vliv biotických faktorů, tedy jak se organismy v prostředí vzájemně ovlivňují. Pro ochranu přírody mají nezastupitelnou roli – přinesou informace o tom, jaké druhy na lokalitě jsou, případně i kolik jich tam je. To umožní rozhodnout, jak a co na lokalitě nejlépe chránit, a může přinést i argumenty pro úřady, aby byla lokalita vyhlášena chráněným územím.

1,5 bodu

1 za jevy, které nám faunistický průzkum pomáhá zkoumat,

0,5 za příklady praktického využití průzkumů v ochraně přírody

- 3) **Výsledky faunistických mapování se často zaznamenávají do tzv. síťových map. Jednu takovou hypotetickou síťovou mapu pro tři různé druhy máte na prvním obrázku (jeden zobrazen čtverečky, druhý kolečky, třetí pětiúhelníky). Co můžeme o jednotlivých druzích z mapy vyčíst (ekologické nároky, charakteristika areálu apod.)? Doporučujeme si mapu na monitoru zvětšit.**



Druh kolečkový je nejspíše vázán na subalpínský stupeň vegetace (primární bezlesí, následující nad hranicí lesa), který se u nás vyskytuje právě na třech místech výskytu druhu – v Krkonoších, Hrubém Jeseníku a na vrcholu Kralického Sněžníku. Druh čtverečkový je nejspíše teplomilný, je vázáný na stepi či teplé lesy termofytika (jižní Morava, Praha a Český Kras, České Středohoří). Možná, že je v takových oblastech také vázán na okolí velkých řek. Druh pětiúhelníkový je pravděpodobně druhem, vykazujícím karpatské rozšíření (žije v oblasti Karpatského oblouku, která u nás, v Beskydech, Javorníkách a Bílých Karpatech končí). Takovým druhem je třeba plž modranka karpatská nebo, z rostlin, pryšec mandloňolistý. Možná ale také potřebuje rozlehlé lesy a málo fragmentovanou krajinu a na Karpaty vázán není (může to být třeba nějaký větší savec). 3 body

za vysvětlení každého druhu 1

- 4) **Barevné odlišení jednotlivých čtverečků má u „čtverečkového druhu“ zásadní význam. Červená barva znázorňuje čtverce, kde byl nalezen do roku 2009. Žlutá pak zobrazuje nové nálezy roku 2010, modrá nové nálezy roku 2011 a tmavě červená nové nálezy roku 2012. Jak lze vysvětlit náhlé rozšíření druhu? Je tento trend ojedinělý, nebo se posun severní hranice rozšíření druhů v poslední době děje často? Pokud považujete za správnou druhou možnost, své tvrzení dokažte a uveďte několik druhů živočichů, které se ve 21. století v ČR takto rozšířily. Proč se asi nešířil „kolečkový druh“?**

Teplomilné druhy se šíří vlivem oteplování a také vlivem stále stoupající dopravy, která jim umožňuje překonat určité bariéry (například – v Praze je klima podobné tomu jihomoravskému, ale v cestě druhům z moravského termofytika stojí Českomoravská vysočina). Takto se pravděpodobně do Čech rozšířila, a svou severní hranici výskytu posunula, kudlanka nábožná, která nejspíše přijela do Polabí, centra její disperse v Čechách, vlakem. Mezi další šířící se teplomilné druhy patří například křížák pruhovaný nebo dřepčik *Chaetocnema conducta*. Kolečkový druh se nešířil, neboť je vázán na subalpínskou vegetaci, jejíž plocha se v ČR nijak nerozrůstá.

2,5 bodu

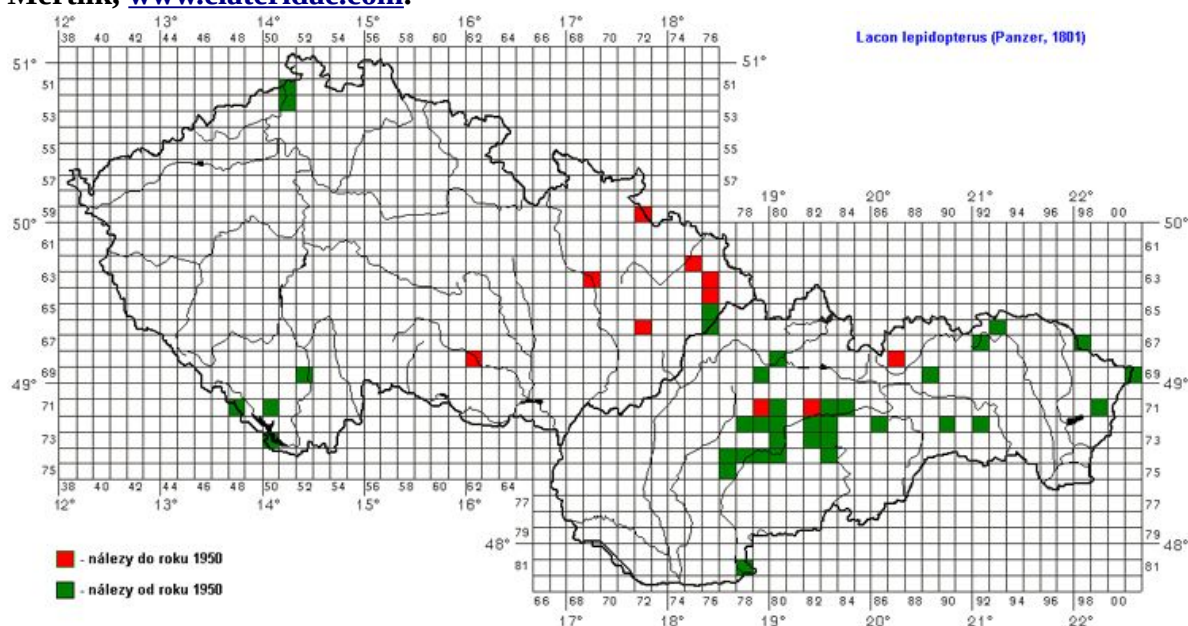
1 za vysvětlení šíření,

1 za důkazy ve formě šířících se druhů,

0,5 za vysvětlení nešíření kolečkového druhu

- 5) **Následující faunistická mapa je na rozdíl od té horní skutečná a mapuje výskyt kovařika *Lacon lepidopterus*. Vidíme, že tento kovařík byl po roku 1950 nově nalezen**

na několika místech v Čechách. Jde o druh, vázaný na staré stromy a mrtvé dřevo. Stojí snad za objevením druhu v Čechách to, že se po roce 1950 náhle rozšířil? Pokud soudíte, že nikoli, co by mohlo za zdánlivou dispersí stát? A pokud s náhlým rozšířením druhu souhlasíte, co by mohlo takové šíření způsobit? Zdroj mapy: Dušánek et Mertlik, [www.elateridae.com](http://www.elateridae.com).



Je nepravděpodobné, že by se vzácný dřevní brouk výrazně rozšířil, nebo že by diametrálně vzrostlo množství lokalit, kam by se mohl šířit. Nejspíše tedy stojí za jeho „rozšířením“ nepříjemný artefakt, kterým jsou faunistické průzkumy velmi často zatíženy, což jejich vědeckou váhu poněkud snižuje: druh se dle průzkumu vyskytuje právě tam, kde byl nalezen entomology. Může žít i jinde, ale dokud ho tam někdo nenajde, nevíme to. Předložená mapa je velmi pravděpodobně příkladem takového jevu: druh byl po roce 1950 zkrátka lépe prozkoumán a objeven i na lokalitách, kde jej doposud nenašli, přestože tam normálně žil.

1 bod

- 6) Faunistické články se obvykle nepublikují v impaktovaných časopisech, ale nacházejí své místo v těch periodikách, která se zabývají otázkami regionálního charakteru. Někdy se jim říká *regionální sborníky*. Vychází ve vašem kraji také nějaké regionální přírodovědné sborníky? Často je vydávají správy CHKO či jiné orgány AOPK ČR, nebo správy NP, případně regionální musea. Pokuste se ve vašem kraji nějaký takový sborník vypátrat a napište, jak se jmenuje. Vyšel v posledních letech v tomto sborníku nějaký faunistický článek? O čem byl a kdo byl autorem?

Sborníků je mnoho. Pro příklad uveďme některé z nich pro některé české kraje:

- Praha: *Natura Pragensis*
- Středočeský kraj: *Bohemia Centralis*
- Královéhradecký kraj: *Acta Musei Reginaehradecensis*
- Jihočeský kraj: *Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích*
- Plzeňský a Karlovarský kraj: *Západočeské entomologické listy*
- Jihomoravský kraj: *Thayensia*

2 body

1 za sborník, 1 za uvedený faunistický článek z posledních let

### Úloha 3: Křídla

Autor: Michael Mikát, Jiří Hadrava

Počet bodů: 20

Hmyz je co do počtu druhů velmi bohatou skupinou živočichů. Přibližně tři čtvrtiny popsanych druhů všech organismů patří mezi hmyz. S výjimkou moří dokázal hmyz osídlit snad všechna zákoutí naší planety od chladné tundry přes vyhřáté pouště, hluboké jeskyně a dna horských potoků až po tropické deštné lesy. Hmyz je také nesmírně rozmanitý po stránce potravních strategií. U žádné jiné skupiny než u hmyzu nenajdeme tak komplexní sociální společenství, jaká známe například od mravenců či termitů.

Jednou z nejnápadnějších vlastností, kterou můžeme na hmyzu pozorovat, je schopnost aktivního letu. Hmyz je vůbec první skupinou, která kdy umění létat ovládla. První hmyz se do vzduchu vznesl již v období zvaném devon, tedy dávno před tím, než si letové schopnosti osvojili obratlovci (pterosauři, ptáci a netopyři). Křídla, která ovládaný let umožnila, se v evoluci hmyzu vyvinula pouze jednou. Toto tvrzení zároveň implikuje, že všechen dnešní okřídlený hmyz je potomkem tohoto prvního letce. Skupinu, resp. evoluční linii, do níž všechen křídlatý hmyz patří, nazýváme Pterygota. Ne všechna dnešní Pterygota však křídla využívají, mnohé skupiny patřící mezi Pterygota o křídla druhotně přišly nebo je mají modifikované do podob, které jim slouží k jiným účelům než letu.

Kromě Pterygot do hmyzu patří i řada dalších, takzvaně primárně bezkřídlých skupin hmyzu, tedy skupin bezkřídlého hmyzu, jejichž předci nikdy žádná křídla neměli (jejich poslední společný předek sdílený s kterýmkoli zástupcem křídlatého hmyzu žil v siluru, tedy dříve, než se předkům křídlatých křídla vyvinula). Primárně bezkřídlými skupinami hmyzu jsou rybenky (Zygentoma) a chvostnatky (Archaeognatha). Mezi hmyz v širším slova smyslu můžeme zařadit i další primárně bezkřídlé skupiny, jako jsou vidličnatky (Diplura), chvostokoci (Collembola) a hmyzenky (Protura). Všechny tyto skupiny spolu s pravým létajícím hmyzem (Pterygota) po svém společném předku zdědili svoji šestinohost, proto evoluční linii, do níž všechna tato zvířata patří, nazýváme skupinou Hexapoda.

- 1) Vědci dlouho spekovali nad tím, z jakého orgánu se křídla vyvinula. Jednou ze starších teorií je například, že vznikla postupným protahováním výrůstků (paranot) na boku hrudi. Dnes je ale na základě paleontologických dokladů a podkladů z evolučně-vývojové biologie považována za nejpravděpodobnější jiná hypotéza. Napište, z čeho se s největší pravděpodobností křídlo vyvinulo. Na formulaci této hypotézy se významně podílela paleontoložka českého původu žijící v Kanadě. Napište její jméno.**

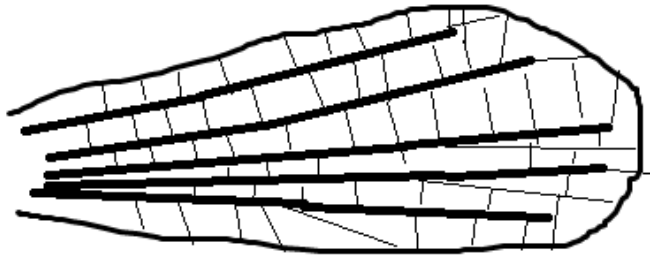
Křídla hmyzu vznikla z jedné z větví končetiny (nohy). Konkrétně jde nejspíše o výběžek (exit) epicoxy, která je u dnešního hmyzu přirostlá k tělní stěně. Tomuto výběžku jsou homologické žábry některých jiných korýšů a pravděpodobně i tracheální žábry jepic (Ephemeroptera) a střechatek (Megaloptera).

Vznikem křídel se zabývá kanadská paleontoložka českého původu Jarmila Kukalová-Peck.

- 2) Křídla dnešních druhů hmyzu mají různý tvar - mohou být různě protažená, zkrácená či dokonce třepená. Rovněž se mohou lišit svým vzhledem - mohou být čirá či zbarvená, s řídkou či hustou žilnatinou, případně pokrytá chloupky nebo šupinkami. Nakreslete, jak si myslíte, že mohlo vypadat křídlo posledních společného předka všech dnešních Pterygot.**

Hlavní znaky na křídle: Hustá žilnatina, výrazné podélné žilky, kterých je větší množství (možná původně 8), které jsou propojeny řadou tenčích menších, žilky se nijak zvlášť nekrotí. Plamka asi nepřítomna. Je to v zásadě možné vyčíst z toho, jak vypadaly křídla prvohorních vázek, jepic a Paleodyctioptera.

Přibližné schéma:



- 3) **Hrud' hmyzu se skládá ze tří článků. Jak se nazývá článek, který křídla obvykle nenese? A jak se nazývají články, které křídla obvykle nesou?**

Křídla obvykle nenese předohrud' (prothorax)

Obvykle nese středohrud' (mesothorax) a zadohrud' (metathorax)

- 4) **Tři páry křídel se vyskytovaly u některých zástupců jedné skupiny hmyzu, které žila v prvohorách - v karbonu a permu. Jak se tato skupina nazývá?**

Paleodyctioptera – prvohorní vymřelá skupiny hmyzu.

Často byly uváděni Membracidae – ostnohřbetky. Ty jednak nemají na prothoraxu pravá křídla, ale excesivní struktury, které jsou jim asi homologické, a druhak vznikly určitě mnohem později, asi během křídly.

- 5) **Tři skupiny hmyzu mají v současnosti pouze jeden pár křídel. Jmenujte tyto skupiny. Napište rovněž, který hrudní článek tato křídla nese.**

Plně uznávané odpovědi:

**Dvoukřídli (Diptera)** – naprostá většina zástupců, někteří ale plně bezkřídli, křídla na mesothoraxu

**Řasnici (Strepsiptera)** – jen samci, křídla na metathoraxu (nejspíše jediná skupina)

**Červci (Coccoidea)** – jen samci, většina druhů, křídla na mesothoraxu

**Psectra** - patří do síťokřídlych (Neuroptera), čeleď denivkovití (Hemerobiidae). – křídla na mesothoraxu

**Mymar** – patří do blanokřídlych (Hymenoptera), čeleď Mymaridae. – křídla na mesothoraxu

**Cleon dipterum** – patří mezi jepice (Ephemeroptera), čeleď Baetidae. Dvě křídla mají i někteří další zástupci Baetidae. - křídla na mesothoraxu



Samice červce  
- bezkřídla



Samec červce jen  
přední křídla



Parciálně uznávané odpovědi:

Brouci (Coleoptera) – mají oba páry křídel, ale ten na mesothoraxu je výrazně modifikován v krovky, ten na metathoraxu normálně blanitý.

Škvoři – (Dermaptera) – mají oba páry křídel, přední ale výrazně zkrácené a modifikovaná na krytky

- 6) U skupin, které jste vyjmenovali v otázce 5, je redukovaný pár křídel přece jen alespoň trochu zachovalý, byť nemůže rozhodně sloužit k letu. Jak se takovým redukovaným křídlům říká a k čemu slouží?

Kyvadélka – haltery. U dvoukřídlých slouží jakožto receptory rovnováhy, přispívá k zlepšení letových a hlavně manévrovacích schopností. U řasníků a červců podobná funkce.

- 7) Jestli na daném článku vyroste nebo nevyrostе křídlo (ale rovněž i třeba to, zda a kde vyrostе kráčivá končetina či tykadlo), ovlivňují geny z rodiny Hox. Tyto geny obecně ovlivňují pozice orgánů podél předo-zadní osy těla, a to nejen u hmyzu, ale u i většiny dalších živočichů včetně člověka. Jaký Hox gen konkrétně ovlivňuje, kolik párů křídel hmyzu vyrostе?

**Ultrabithorax:** Např. u dvoukřídlých reguluje, na kterém článku vyrostе kyvadélko a na kterém normální křídlo.

**Sex-comb reduced (src):** supresor vzniku prothorakálních křídel

- 8) Jmenujte dvě skupiny hmyzu, které ztratila křídla v souvislosti s parazitismem.

**Blechy (Siphonaptera)**, možná ale primární důvod nebyl parazitismus – uvažuje se, že patří dovnitř srpíc do blízké příbuznosti rovněž bezkřídlých sněžnic (Boreidae)

**Vši (Phthiraptera)**, asi jde o polyfyletickou skupinu – zvláště se vyvinuli luptouši (Amblycera) a skupina zahrnující zbytek (pěřovky, sloní vši a pravé vši). Obojí vzniklo z pisivek.

**Štěnicovití (Cimicidae)**

**Arixeiidae** – patří mezi škvory (Dermaptera), ektoparazité netopýrů

**Hemimeridae** – patří mezi škvory (Dermaptera), ektoparazité afrických hlodavců

**Nyceribiidae** – patří mezi dvoukřídlé (Diptera), ektoparazité netopýrů

- 9) Jmenujte tři skupiny hmyzu, u nichž došlo k redukci křídel (či letových schopností) v důsledku skrytého způsobu života.

Hodně velké množství skupin, asi nejčastější důvod omezení redukce křídel a lepeových schopností. Zde uvedeny skupiny bez výrazného vnitrodruhového polymorfismu, ale uznávány i ty s polymorfismem. Pokud jste uváděli velkou skupinu (např. brouci–Coleoptera), u které to velká část druhů splňuje, ale velká byla odpověď uznána jen parciálně. Pokud jste k tomu uvedli konkrétní příklad, byla pak odpověď uznána plně.

cvrčkovci (Grylloblattodea) – všichni

Pisivky (Psocoptera) – velká část druhů, určitě několikrát nezávisle na sobě (např. *Trogium pulsatorium*)

Škvoři (Dermaptera) – řada druhů dobře létá, ale nepřiliš často. Některé druhy plně bezkřídlé, např. *Chelidura acanthopygia*

Brouci (Coleoptera) – obecně v rámci tohoto řádku tendence ke skrytému způsobu života. Nelítá např. většina střevlíků r. *Carabus* a smrtníci r. *Blaps*.

Švábi (Blattodea) – část druhů bezkřídlých, např. syčiví švábi (Gromphadorhina) či *Cryptocercus* – šváb který tvoří sesterskou skupinu k termitům.

Ploštice (Heteroptera) – obecná tendence k skrytému způsobu života a ztrátě křídel. Nelétá např. střeoevropská populace ruměnice pospolné (*Pyrrhocoris apterus*)

Nebyly uznány rybenky (*Zygentoma*) a chvostatky (*Archaeognatha*), protože jde o bazální

skupiny hmyzu, jejichž žádný předek křídla nikdy neměl.

**10) U řady skupin hmyzu je přítomnost křídel v rámci druhu polymorfní - tedy někteří jedinci křídla mají a jiní nikoli. Vyjmenujte alespoň tři důvody, proč může být pro druh výhodné, aby část jedinců křídla měla a část nikoli. Uveďte ke každému důvodu konkrétní příklad druhu, u něhož daný důvod hraje významnou roli.**

Opět velké množství příkladů. Zde uvedeny hlavní příčiny a příklady k tomu:

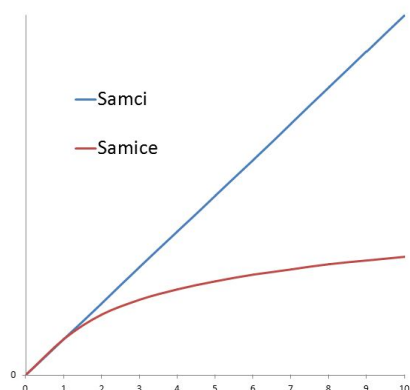
- a) Kasty u eusociálního hmyzu – (konkrétně mravenců a termitů a třásněnek rodů *Oncophanes* a *Kladotherps*). Křídla mají pouze pohlavní jedinci (kteří je později ztrácejí), ti zakládají nová společenství a tedy potřebují se dostat daleko. Reprodukčně podřízení jedinci (dělníci, vojáci), je nepotřebují, při práci, která je často v podzemí, by jim překážely. Někdy je polymorfismus složitější – např. u nájezdných mravenců (*Army ants*) mají křídla jen samci (tedy jde o klasický pohlavní dimorfismus), zatímco královny ani dělnice křídla nemají. U některých mravenců a všech termitů zároveň existují i reproduktivní jedinci, kteří křídla nikdy neměli a slouží k nahrazení primárních reproduktivních jedinců, kteří založili hnízdo, anebo můžou založit společně s reprodukčně podřízenými jedinci společenství v těsné blízkosti původního.
- b) V souvislosti s pohlavním dimorfismem. Podrobněji řešení v odpovědích na následující otázku
- c) Kvůli cyklickému střídání podmínek – za dobrých podmínek se vyplatí zůstat u jednoho zdroje a nedispergovat (křídla jsou tedy zbytečná), při zhoršení podmínek (např. dojde zdroj potravy) se vyplatí vyhledat jiné místo – křídla velmi užitečná. Např. naprostá většina mšic (cyklické střídání v rámci roku), některé druhy chalcidky rodu *Melittobia* (více generací se množí na jednom hostiteli, když začne docházet potrava, vyvinou se křídlaté formy a odletí)
- d) Když je výrazně ostrůvkovité prostředí – málo disperzní formy se množí na jednom ostrůvku, více disperzní hledají jiné vhodné ostrůvky. Např. některé bruslařky (*Limnopus canaliculatus*)
- e) I když nejde o pravý polymorfismus, tak uznávána i různá vývojová stádia – tedy křídla mají u hmyzu jen dospělci a subimaga jepic, vajíčka, larvy ani kukly křídla nemají
- f) Rozdíly mezi okrajem a středem areálu. Jen není dodnes uspokojivě vysvětlen.
- g) Různé pářící formy samců – část samců se snaží hledat vzdálené samičky, části stačí se spářit se sestrami. Tito samci se rozhrabávají zbytky podzemních tunelů a znásilňují své sestry. Vyskytuje se některých druhů včel ze skupin *Perdita* a *Halictidae*.

**11) Které pohlaví bývá obvykle lépe letuschopné a proč tomu tak je?**

Letuschopnější jsou obvykle samci, protože mají vyšší motivaci najít samici. Pro samce roste mnohem výrazněji reprodukční úspěch s počtem páření (čím více napáří samic, tím lépe), kdežto samice má jen omezené množství vajíček, tudíž jí jedno či několik páření stačí. Samci proto mají mnohem větší motivaci samici najít, samice si na ně může počkat.

Samci rovněž nejsou tak omezeni investicí do pohlavních buněk (vajíčka jsou podstatně větší než spermie) a často ani péči o potomstvo, proto si můžou dovolit více investovat do disperze.

## Závislost fitness na množství kopulací



### 12) U kterých skupin hmyzu tomu tak je?

Řasníci (Strepsiptera)

Kodulkovití (Mutilidae)

Snovatky (Embioptera)

Červci (Coccoidea) – samice plně bezkřídle, samci obvykle křídlatí. Většina zástupců.

Světlušky (Lampyridae)

Duliticola – brouz z čeledi Lycidae

Vakonošovítí (Psychidae) – většina druhů

Některé strašilky (Phasmatodea)

Některí švábi (Blattodea)



samička *Duliticola*



sameček *Lycidae*

### 13) Najdete nějaký druh hmyzu, který je výjimkou, tedy že má lepší letové schopnosti druhé pohlaví?

Fíkovnice (Agonidae) – blanokřídle ze skupiny Chalcidoidea, opylují fíky. Samci oplodňují samice uvnitř fíku, samice se poté vydávají do jiného fíku.

Některé třásněnky, např. *Arorathrips mexicanus*, *Chirothrips manicatus*

### 14) Naprostá většina druhů hmyzu má křídla pouze ve stádiu dospělé. U jedné skupiny hmyzu má ale křídla i poslední larvální stádium. Jak se toto stádium nazývá a u kterého hmyzího řádu se s ním můžeme setkat?

Křídla má poslední larvální stádium většiny jepic (Ephemeroptera), které je označované jako subimago)

## Úloha 4: Hladovění

Autor: Stanislav Vosolsobě

Počet bodů: 12

Během dne rostliny provádějí fotosyntézu a zajišťují si tak energii ve formě sacharidů. Avšak v noci fotosyntéza probíhat nemůže a rostliny musí mít vytvořenu dostatečnou zásobu sacharidů, které se ukládají jako škrobová zrna a v noci jsou odbourávána aerobním dýcháním, tak jako to dělají živočichové. Zatímco v zásobních orgánech, jako je například kořen, skladují rostliny energetické zásoby na dlouhou dobu, z listů jsou sacharidy vytvářené fotosyntézou průběžně odváděny a v listech se vytváří pouze nejnutnější zásoba nutná právě pro přečkání noci.

- 1) Vaším úkolem bude právě zjistit, jak dlouho vydrží list ve tmě bez fotosyntézy. Využijete skutečnosti, že škrob se dá v listu snadno detekovat látkou běžně dostupnou v lékárně. Jako experimentální materiál doporučujeme pokojovou rostlinu s měkkými listy (případně si vysejte třeba salát). Nechte rostlinu den na světle a potom během noci sledujte, zda-li se mění obsah škrobu. Druhý den nechte rostlinu ve tmě a zjistěte, zda se postupně zásoba zcela vyčerpá.**

Škrob lze detekovat jodem, který koupíte v lékárně ve formě jodové tinktury (lihový roztok jodu). Před barvením je třeba list krátce macerovat v horkém roztoku lihu, který rozpustí chlorofyl. Poté pokapeme list jodovou tinkturou a pozorujeme intenzitu fialové barvy. Pokud by se list neprobarvoval, bylo by třeba ho krátce povařit ve vodě. Pokud bychom chtěli množství jodu kvantifikovat, lze listy vyfotografovat a nějakým grafickým editorem potom odečítat intenzitu odstínu. Ve vědě se používá volně dostupný program ImageJ, který umožňuje v obrázku vybrat libovolnou oblast pomocí nástroje „volný výběr“ a potom pomocí funkce Histogram v menu Analyze spočítat průměrnou hodnotu jasu a jeho rozložení. Z dat nakonec vytvoříme graf v Excelu či jeho variantě v OpenOffice. Dominika použila i přístup, který by umožňoval kvantitativní stanovení obsahu škrobu, kdy list rozdrtila a škrob stanovovala jodem v roztoku. Pokud bychom měli k dispozici spektroskop, či si jenom připravili škálu škrobových roztoků o známé koncentraci, mohli bychom stanovit přesné množství.

8 bodů

*faktory hodnocení: rozsah pokusu (až 2 body)*

*prezentace výsledků - obrázky, , pokus o kvantifikaci, grafy, základní statistika (až 5 bodů)*

*diskuze výsledků - zobecnění, porovnání s citovanými literárními údaji (až 1 bod)*

- 2) Abyste mohli škrob detekovat, musíte list poněkud macerovat a odstranit chlorofyl. popište podrobně celou vaši metodiku.**

Metodika je popsána výše.

*Za popis metodiky 3 body*

- 3) Škrobová zrna působí jako neživé krystaly. Z čeho však vznikají (popište na úrovni buněčné struktury).**

Ve Vašich řešeních se objevilo mnoho popisů mechanismu vzniku škrobu na molekulární úrovni. Správná odpověď však je, že škrobová zrna vznikají v plastidu, který se jmenuje amyloplast a ten může vzniknout klidně i z chloroplastu. Ostatně prakticky každý chloroplast v sobě obsahuje malé škrobové zrno, viz bílá věc na obrázku. Škrobové zrno je tedy vlastně relikt plastidové organely.



*Z plastidový původ zrna 1 bod*

*Pokud nebylo explicitně zmíněno, že je to přeměněný plastid a byl uveden pouze název amyloplast, byl jsem zlý a strhl 0,25 bodu.*

## Úloha 5: R - funkce, podmínky a cykly

Autor: Jiří Hadrava

Počet bodů: 6

V seriálu jste se seznámili, jak se používají základní příkazy pro tvorbu programů v R

- 1) **Napište funkci, která jako vstup přijme vektor, číslo a parametr  $n$ . Funkce přepíše  $n$ -tou pozici vektoru zadaným číslem a z výsledného vektoru spočítá průměr a rozptyl, které vypíše jako výstup. Pokud parametr  $n$  nezadáme, funkce bude přepisovat první pozici ve vektoru.**

```
funkce <- function(x, y, n=1)
{
  x[n] <- y
  return( c(mean(x), var(x)) )
}
```

Hodně z Vás se ptalo, jak nejlépe nechat funkci vrátit více hodnot. Za vhodné řešení, kterého bylo možno docílit na základě funkcí uvedených u zadání, jsem považoval nechat si vypsat obě hodnoty v jednom vektoru. Takovou profesionálnější možností je použití funkce `list()`, což udělal Lukáš Janošík, zde přikládám jeho řešení:

```
mf <- function(x, z, n=1)
{
  x[n] <- z
  return( list( priemer = mean(x), rozptyl = var(x) ) )
}
```

Funkce `list()` slouží pro tvorbu složitějších strukturovaných objektů, může v sobě obsahovat další vektory.

*2 body*

- 2) **Napište funkci, jejímž vstupem bude jedno celé číslo ( $n$ ) a výstupem vektor, který bude obsahovat právě všechna prvočísla od 1 do  $n$ . Možná se vám k řešení tohoto úkolu bude hodit matematická operace *modulo*, jejíž implementace v R je následující: Příkaz `x%%y` vám vrátí zbytek po dělení čísla  $x$  číslem  $y$ .**

```
prvocisla <- function(n)
```

```

{
a = NULL
for(i in 1:n)           #projíždíme čísla od 1 do n (označena i)
  {
  p <- 0
  for(j in 1:(i-1))    #pro konkrétní číslo projedeme všechna
    {                  #předcházející čísla
    m <- (i%j)          #a každým tímto číslem naše i podělíme
    if(j > 1)          #a spočteme zbytek po dělení (ignorujeme
      {                #výsledek dělení číslem 1)
      if(m == 0)       #pokud je číslo dělitelné, zapíšeme do
        {              #veličiny p hodnotu jedna, jinak tam
        p <- 1         #zůstane přednastavená nula
        }
      }
    }
  }
  if(p == 0)           #pokud jsme nenašli žádné číslo, které
    {                  #by dělilo naše i, bereme ho jako
    a[length(a)+1] <- i
    }                  #prvočíslo a zapíšeme ho na další posici
  }                    #do výstupního vektoru, jehož aktuální
  return(a)           #délku vždy spočítáme
}

```

Zda výsledný vektor má či nemá obsahovat číslo 1 je věcí definice prvočísla, obě varianty jsem bral za správné.

*4 body za jednu sekvenci z každé skupiny*

*+1 bod při větším počtu sekvencí*

*-1 bod, pokud není řešení přehledně strukturováno,*

*celkem 5 bodů*

## Úloha 6: Jak vzniká rozdělení veličin v přírodě

Autor: Jan Smyčka

Počet bodů: 12

- 1) První úlohou je generování lesa po bouřce, viz text. Řešením se rozumí kompletní kód, vygenerované vektory a histogramy stromů rostoucích na jílu a na kamenité půdě.

```

les = NULL
jil <- c(0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1)
les <- 10 + 2*jil
zlomeny <- rbinom(10,1,0.3)
les <- les - 5*zlomeny
hist(les)

```

- 2) Krátce zdůvodněte, proč může náhodná veličina z normálního rozdělení nabývat hodnoty jakéhokoliv racionálního (zlomkem zapsatelného) čísla. Nechceme exaktní matematický důkaz, ale jen krátkou úvahu na toto téma, která bude dávat smysl.

Uznávaly se odpovědi v tomto smyslu:

Normální rozdělení je definováno jako rozdělení, ke kterému mimo jiné konvergují průměry s výsledků alternativního rozdělení. Takový průměr je podíl dvou celých čísel (součet výsledků/počet pokusů), jejichž poměr může být libovolné číslo mezi 0 a 1, když se s počtem pokusů blížíme do nekonečna (pokud si nezvolíme výsledky alternativního 0, 1 tak může být i jinde, než mezi 0 a 1). A racionální čísla jsou definovaná úrávě tak, že musí být

zapsatelná jako zlomek celých čísel.

Pro úplnost dodáváme, že normální rozdělení je definované nejen pro racionální, ale pro všechna reálná čísla. Důkaz proč tomu tak je je ovšem složitější, protože je potřeba se podrobně zabývat tím, co se děje s naším průměrem, když se blížíme k nekonečnu.

- 3) **Pokuste se vygenerovat les s pěti stromy na kamenité půdě a pěti na jílu s chybami z normálního rozdělení se střední hodnotou 0 a rozptylem 1. Řešením se rozumí kompletní kód, vygenerované vektory a histogramy stromů rostoucích na jílu a na kamenité půdě.**

```
les = NULL
jil <- c(0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1)
les <- 10 + 2*jil
les <- les + rnorm(10, 0, 1)
hist(les)
```

- 4) **Napište funkci (viz další část návodu na používání Rka), která bude vytvářet les o zadané základní výšce, počtu stromů, poměru stromů na jílu a kamenité půdě a síle náhody (rozptyl normálního rozdělení), a navíc namaluje histogram.**

```
les2 <- function(vyska, n, pomer, efekt, var)
{
  #vyska je vyska stromu
  #n je pocet stromu
  #pomer je pomer stromu na jilu a kameni
  #efekt je efekt jilu
  #var je rozptyl nahodneho procesu
  jil = NULL
  les = NULL
  k <- round(n/(1 + pomer)) #na kameni zaokrouhlo na celá čísla
  jil[1:k] <- 0
  jil[(k+1):n] <- 1
  les <- vyska + efekt*jil
  les <- les + rnorm(n, 0, sqrt(var))
  hist(les)
  return(les)
}
```

- 5) **Vytvořte průměr z 1000 výsledků procesu z alternativního rozdělení s  $p=0.5$ . Takovýchto průměrů vytvořte 1000 a jejich histogram srovnajte s histogramem 1000 hodnot z normálního rozdělení se střední hodnotou 0.5 a rozptylem 0.25.**

Histogram průměrů z alternativních rozdělení:  
`hist(rbinom(1000, 1000, 0.5)/1000)`

Histogram normálního rozdělení (tady dělalo spousta lidí chybu, že zadávali jako argument rozptyl, nikoliv jeho odmocninu):

```
hist(rnorm(1000, 0.5, sqrt(0.25) ))
```

Soubory mají podobný průměr, ale soubor průměrů má cca 1000krát menší rozptyl.