

# Požadavky ke státní zkoušce magisterského studia

## Program Zoologie

Zkouška se provádí před komisí. Uchazeč má prokázat schopnost orientace ve zvoleném oboru, znalost faktů, samostatného uvažování a vědecké diskuze. Zkouška se skládá ze dvou povinných okruhů: Ekologie živočichů a Evoluční biologie, a ze dvou povinně volitelných okruhů podle specializace a tématu diplomové práce studenta: (1) Fylogeneze a ekologie bezobratlých / Fylogeneze a ekologie obratlovců, a (2) Hydrobiologie / Parazitologie / Chování živočichů / Entomologie / Půdní zoologie.

### OKRUHY OTÁZEK Z EVOLUČNÍ BIOLOGIE

Zkouška bude probíhat stejně jako zkoušky z Evoluční biologie nebo Molekulární ekologie. Důraz je kladen na celkový přehled, schopnost orientace v oboru a syntézy různých aspektů evoluční biologie.

- Darwinismus a neodarwinismus; systematika a paleontologie: kladistika a její principy, metody rekonstrukce fylogeneze (parsimonie, věrohodnost, bayesovská metoda); teorie přerušovaných rovnováh; ediakarská fauna a kambrická exploze, masové extinkce, příčiny extinkce na K/Pg (K/T) hranici.
- Populace, Hardyho-Weinbergova rovnováha a základní mikroevoluční mechanismy, vazebná nerovnováha a její příčiny, genetická proměnlivost a metody jejího studia (mikrosatelity, SNP, LINE, SINE, sekvenování a NGS). Nenáhodné páření: příbuzenské křížení, asortativní a disasortativní páření – jejich důsledky na genotyp a fenotyp; mohou způsobit evoluci?
- Náhodný genetický posun (drift), efekt hrdla láhve (bottleneck), efekt zakladatele, efektivní velikost populace (kolísající velikost populace, vliv poměru pohlaví a různé reprodukční úspěšnosti, různé části genomu); teorie koalescence, vliv růstu/poklesu velikosti populace na koalescenci; neutrální teorie molekulární evoluce, molekulární hodiny.
- Přírodní výběr (selekce): reprodukční zdatnost; usměrňující, stabilizující a disruptivní selekce; detekce selekce; adaptace, koadaptace a preadaptace (exaptace); selekce na různých úrovních – altruismus, příbuzenská a skupinová selekce; sobecký gen a konflikt mezi geny (meiotický tah).
- Strukturování populace, tok genů a jejich důsledky, Wahlundův efekt; genetická identifikace genového toku, ostrovní model, stepping-stone, izolace vzdáleností; vztah migrace a driftu, odhad míry strukturovanosti populací: F-statistika (FIS, FST), analýza molekulární variance (AMOVA).
- Polymorfismus a jeho udržování v populaci – rovnováha selekce-mutace, selekce-migrace, balancující selekce (superdominance, heterogenní prostředí, selekce závislá na frekvenci); adaptivní krajina a rovnováha selekce-drift.
- Teorie her: evolučně stabilní strategie; je výhodné být primárně agresivní? (holubice a jestřáb, asymetrické modely); reciproční altruismus, vězňovo dilema, půjčka za oplátku (tit-for-tat), hra s nulovým a nenulovým součtem.
- Vznik genetických systémů: vznik života na Zemi: replikátory a ribozymy, vznik eukaryot a endosymbióza; Hox geny; vznik pohlaví: Mullerova rohatka, model loterie, model vlastního pokoje, role parazitů a Červená královna; pohlavní výběr; poměr pohlaví: proč většinou 1:1?, místní rozmnožovací kompetice, Trivers-Willardova hypotéza.
- Specie: biologický druh a jiné definice, prezygotické a postzygotické reprodukční bariéry, Haldaneovo pravidlo; alopatriká, peripatriká, parapatriká, sympatriká speciace, teorie zesílení (reinforcement), příklady rychlé speciace; hybridizace a její důsledky (vznik nového druhu, problémy vymezení druhu pomocí DNA barcodingu, outbreední deprese); hybridní zóny.
- Evoluce člověka: jeho pozice na Stromu života, nejstarší hominini, vznik anatomicky moderního člověka, multiregionální model a model out-of-Africa; diverzita hominínů středního a svrchního pleistocénu a hybridizace mezi nimi (neandertálci, denisovci, H. floresiensis, H. naledi); gen FOXP2 a artikulovaná řeč, vzpřímená postava a bipedie, příčiny bezsrstosti a skryté ovulace; kultura u živočichů, kulturní evoluce a její odlišnosti od biologické.

#### Literatura:

- FLEGR J. 2007: Úvod do evoluční biologie. Academia, Praha.  
FLEGR J. 2009: Evoluční biologie. Academia, Praha.  
SVOBODA J.A. 2017: Předkové. Evoluce člověka. Academia, Praha.  
ZRZAVÝ J. A KOL. 2017: Jak se dělá evoluce. Argo/Dokořán, Praha.

## SKUPINA OKRUHŮ Z EKOLOGIE ŽIVOČICHŮ

Penzum požadovaných znalostí vychází primárně ze dvou přednášek: Ekologie společenstev a makroekologie, Populační ekologie živočichů. Tyto navazují na vědomosti získané během bakalářského studia, především v rámci předmětu Základy ekologie.

- Definice populace, zdrojů, podmínek;
- Popis populace: tabulky přežívání, křivky přežívání, k-faktorová analýza;
- Modely růstu: diskretní hustotně-nezávislý model, diskretní hustotně-závislý model, kontinuální hustotně-nezávislý model, kontinuální hustotně-závislý model, modely s časovým opožděním, maticový model;
- Vnitrodruhová kompetice: scramble a contest, kooperace;
- Teplotní model: lineární teplotní model, nelineární teplotní modely;
- Metapopulace: typy rozložení, metapopulace, metapopulační model;
- Mezidruhová kompetice: mutualismus, interspecifická kompetice, nika, koexistence, model Lotky-Volterry;
- Predace: specializace, preference, funkční odpověď, numerická odpověď, refugia, agregace;
- Model predátor-kořist Lotky-Volterry, model parazitoid-hostitel Nicholsona-Baileyho, model herbivór-rostlina, model hostitel-patogén;
- Definice a vymezení společenstva;
- Struktura společenstva: individualistické a organismální pojetí společenstva, teorie niky a konkurenčního vyloučení, sdružovací pravidla;
- Měření diverzity: druhové bohatství, indexy diverzity, ekvitabilita a beta diverzita;
- Lokální druhové bohatství: závislost druhového bohatství na produktivitě a disturbanci, regionální vlivy na lokální druhové bohatství, species pool;
- Globální biodiverzita: odhady počtu druhů na Zemi, stabilita vs. nárůst, hromadná vymírání, adaptivní radiace, současné globální změny biodiverzity;
- Biodiverzita ostrovů: teorie ostrovní biogeografie a její zobecnění;
- Vztah mezi počtem druhů a velikostí plochy: teorie a využití S-A křivek;
- Latitudinální a altitudinální gradient biodiverzity: hypotézy vysvětlující velkou tropickou biodiverzitu, altitudinální gradient a efekt středu domény, gradienty stanovištní heterogenity;
- Relativní abundance druhů: její statistické a biologické modely, vzácnost druhů;
- Nulové modely v makroekologii: Hubbellova neutrální teorie;
- Metabolická teorie ekologie: vztah energie a rychlosti biologických procesů včetně evoluce a sukcese;
- Biologické invaze: základní pojmy invazní ekologie, rozdíl v invadovanosti velkých území a biotopů, teorie invazibility, druhové bohatství vs. invazibilita.

### Literatura:

- BEGON M., HARPER J.L., TOWNSEND C.R., 1997: Ekologie. Jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc.
- TKADLEC, E., 2008: Populační ekologie: struktura, růst a dynamika populací. 1. vyd., Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc.

### Předměty volitelné podle specializace – (1):

## SKUPINA OKRUHŮ Z FYLOGENEZE A EKOLOGIE BEZOBRATLÝCH

Zkouška bude sestávat ze dvou částí, kdy v první části bude kladen důraz na obecné znalosti fylogeneze, evoluce, diverzity a ekologie vybraných skupin mnohobuněčných živočichů (Metazoa, vyjma Chordata) včetně základní fylogeneze eukaryot a vybraných taxonů jednobuněčných. Požadovány budou detailní znalosti fylogenetických vztahů vyšších taxonomických jednotek, jejich společné znaky a stručné vymezení včetně přehledu jejich diverzity (přehled vyšších taxonů). V druhé části budou otázky směřovat ke konkrétním skupinám, jejich morfologii, ekologii a představení charakteristických zástupců, zejména z naší fauny. Součástí druhé části může být také determinace běžných a triviálních zástupců naší fauny, které byly v průběhu studia probírány.

Penzum požadovaných znalostí čítá materiály k předmětu Fylogeneze a diverzita bezobratlých a navazující Evoluce bezobratlých pro pokročilé. Dále látku vyučovanou v rámci Terénního cvičení ze zoologie, případně Speciálního botanicko-zoologického cvičení v terénu. Pro osvěžení a doplnění znalostí a schopností determinace triviálních taxonů naší fauny je k dispozici výuková sbírka (prezenční formou, kontakt M. Horsák).

### Konkrétní okruhy otázek:

- Podobnosti mezi taxony - homologie a homoplazie; příbuznost taxonů - monofyletický, parafyletický a polyfyletický taxon, konkrétní příklady a zdůvodnění; vysvětlení pojmů: kladogeneze, anageneze, bazální/kmenová linie, korunové skupina.
- Aktuální fylogeneze eukaryot, popis jednotlivých linií a přehled diverzity na úrovni vyšších taxonů; teorie endosymbiózy.
- Opisthokonta - synapomorfie, základní fylogeneze a diverzita na úrovni vyšších taxonů.
- Vznik mnohobuněčnosti, teorie a možní předci, základní znaky mnohobuněčných živočichů.
- Bazální linie skupiny Metazoa, společné znaky, vymezení od Eumetazoa, diverzita.
- Evoluční novinky taxonu Eumetazoa a jeho fylogeneze, diverzita bazálních skupin.
- Apomorfie taxonu Bilateria, jeho fylogeneze - možné hypotézy.
- Eubilateria - evoluční novinky, základní fylogeneze; typy primárních larev a vylučovacích orgánů, příklady.
- Rozdíly mezi prvoústými a druhoústými, základní fylogeneze a přehled diverzity.
- Prvoústí (Protostomia), vymezení a zařazení, základní fylogeneze, diverzita.
- Lophotrochozoa, zařazení a vymezení, detailní fylogeneze, diverzita.
- Ecdysozoa, zařazení a vymezení, detailní fylogeneze, diverzita.
- Průřezové otázky týkající se jednotlivých tělních soustav a struktur - jejich utváření, vývoj a výskyt u jednotlivých skupin, např.: vylučovací soustava - typy a výskyt u jednotlivých skupin; výměna plynů - typy dýchacích orgánů s příklady; trávicí soustava - její vznik, typy trávení s příklady, pomocné orgány; nervová soustava - vznik, základní typy, rozdíly mezi prvo- a druhoústými; primární larvy - definice, typy, výskyt, funkce; obrvené epitelové - výskyt, funkce, typy s příklady; célová - definice, funkce, výskyt a utváření u jednotlivých skupin; klidová stádia - funkce, typy, výskyt.
- Obecná charakteristika všech probíraných vyšších taxonů, jejich aktuální fylogenetické zařazení, společné znaky (synapomorfie), tělní soustavy, ekologie, vnitřní fylogeneze a systém, diverzita na vyšší úrovni, zřetel bude kladen na naši faunu.
- Detailní znalosti naší fauny, probíraných vyšších taxonů i jednotlivých druhů, jejich zařazení, determinace, ekologie, význam a funkce v ekosystému, využití v aplikovaném výzkumu apod. Příklady konkrétních otázek: naši volně žijící ploštěnci, plankton stojatých vod, diverzita suchozemských plžů - triviální zástupci.

#### Literatura:

- ADL S.M. ET AL., 2012: The revised classification of eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 59: 429-514.
- BRUSCA R.C. & BRUSCA G.J., 1990: *Invertebrates*. Sinauer Assoc. Inc., Sunderland, 922 pp.
- RUPPERT E.E., FOX R.S. & BARNES R.D., 2004: *Invertebrate zoology*. Seventh edition. Thomson, Brooks/Cole, 963 pp.
- SEDLÁK E., 2003: *Zoologie bezobratlých*. 2. přeprac. vyd., Brno: Masarykova univerzita, 336 pp.
- ZRAVÝ J., 2006: *Fylogeneze živočišné říše*. Scientia, Praha, 255 pp.

## SKUPINA OKRUHŮ Z FYLOGENEZE A EKOLOGIE OBRATLOVCŮ

Zkouška se skládá ze dvou částí. V teoretické části bude vyžadována znalost fylogeneze základních skupin strunatců (Chordata) s důrazem na recentní skupiny, znalost příbuzenských vztahů mezi taxony, základní diverzifikace uvnitř taxonů a jejich charakteristika (apomorfie). V obecné části bude také zkoušena evoluční morfologie funkčně-anatomických soustav hlavních skupin obratlovců včetně ekologických a morfo-fyziologických adaptací. V praktické části bude prověřována konkrétní znalost našich obratlovců na základě předložených sbírkových preparátů, determinace hlavních zástupců, jejich zařazení do vyššího taxonu a stručná charakteristika skupiny, kam příslušný vzorek patří. Všechny části jsou obvykle propojeny, na příkladu konkrétního druhu student demonstruje znalost determinace, příbuzenské vztahy i morfologicko-fyziologické adaptace.

Požadavky na teoretické znalosti budou vycházet z předmětu Fylogeneze a diverzita obratlovců a Evoluce obratlovců pro pokročilé. Praktická část bude mít základ ve cvičení z Fylogeneze a diverzity obratlovců, Determinačním cvičením z obratlovců ČR i v obsahu předmětu Fauna obratlovců ČR. Podle zaměření studenta se mohou otázky v praktické části týkat i obsahu jiných předmětů, jakými jsou např. Ichtyologie, Ornitologie a Mammaliologie apod. K přípravě na praktickou část zkoušky mají studenti k dispozici Vertebratologické sbírky včetně výukových kolekcí.

#### Konkrétní okruhy otázek:

##### Teoretická část

- Deskriptivní systematika versus kladistika, umělý a fylogenetický systém; principy tvorby fylogenetického systému, konstrukce dendrogramů, příbuznost taxonů, srovnání systému konstruovaných na základě

morfologických a molekulárně genetických znaků, výhody a nevýhody. Časování evolučních událostí. Molekulární hodiny a paleontologické časování. Diverzita, disparita, homologie a homoplazie.

- Charakteristika druhoústých (Deuterostomia), jejich postavení v systému živočichů a základní diverzifikace. Porovnání základních charakteristik Ambulacraria a Chordata. Původ strunatců (Chordata), jejich základní charakteristika (synapomorfie), ontogeneze a funkce nervové trubice, nervové lišty a notochordu.
- Základní diverzifikace strunatců (Chordata) a příbuznost hlavních linií, kambrijská exploze, první strunatci a konodonti. Notochordata nebo Olfactores? Pleziomorfní a apomorfní znaky jednotlivých linií. Co je původní a co odvozené? Srovnání základních charakteristik pláštěnců (Urochordata), kopinatců (Cephalochordata) a obratlovců (Vertebrata). Celotělní regulace, neurální lišta, epidermální plakody a evoluce hlavy jako klíčové charakteristiky Olfactores.
- Cephalochordata. Jaké jsou hlavní apomorfní znaky skupiny Cephalochordata? Role skupiny v historii poznání morfologických znaků strunatců. Ontogenetická specifika.
- Urochordata. Charakteristika pláště, reprodukčního cyklu. Co je zdrojem disparity jednotlivých skupin?
- Vývoj tělního pokryvu ve vodním a suchozemském prostředí, dermatoskelet, vznik a diverzifikace šupin vodních obratlovců, keratinizace kůže, kožní žlázy.
- Notochord (chorda) a páteř. Jak se vyvíjel osní skelet? Diverzifikace obratlů a páteře. Vznik obratlů u jednotlivých skupin obratlovců.
- Fylogenetický vývoj lebky. Vztah mezi endo- a exocranium během fylogeneze obratlovců. Chondro-, splanchno- a dermatocranium, jejich vznik a vývoj. Připojení čelistí k mozkovně.
- Pohyb – skelet končetin, adaptace pro pohyb ve vodě, na souši a ve vzduchu. Základní diverzifikace a vývoj svalstva.
- Aktivní způsob života a vývoj nervové a smyslové soustavy. Diferenciace nervové trubice. Vývoj mozku a distribuce šedé hmoty. Speciální smyslové orgány strunatců/obratlovců – čich, chuť, inverzní komorové oko, neuromasty a vnitřní ucho.
- Intenzita aerobního metabolismu – vývoj dýchací a cévní soustavy. Rozdíly v utváření dýchacích orgánů, srdce a cévní sítě vodních a suchozemských obratlovců v průběhu evoluce.
- Osmoregulace, exkrece a rozmnožování – vznik a vývoj ledviny, vývoj močových a pohlavních cest. Život v hypo- a v hypertoničném prostředí, osmokonformita, metabolity.
- Obratlovců (Vertebrata) nebo lebečnatí (Cranialia)? Evoluční kontext monofylie skupiny Cyclostomata.
- Sliznatky (Myxinoidea) a mihule (Petromyzontida) – charakteristika, rozdíly a podobnosti těchto skupin.
- Čelistnatci (Gnathostomata) – kde hledat jejich nejbližšího příbuzného? Základní apomorfie skupiny. Vznik čelistí – heterotopie. Diverzifikace čelistnatců, jejich hlavní linie a fylogenetické vztahy mezi nimi. Evoluční výhody čelistnatců ve srovnání s formami bez čelistí.
- Diverzifikace vyhynulých obratlovců („Ostracodermi“, „Placodermi“ a „Acanthodii“) a jejich evoluční vztahy k recentním skupinám.
- Paryby (Chondrichthyes) a Osteognathostomata – chrupavka versus kost, kalcifikace v. osifikace. Morfologické srovnání vývojových linií. Jsou ryby monofyletickou skupinou? Charakteristika paprskoploutvých (Actinopterygii, synapomorfie) a jejich základní diverzifikace.
- Charakteristika a divergence svaloploutvých (Sarcopterygii), zejm. Actinistia a Dipnoi, vzájemná příbuznost vývojových linií. Přechod z vodního prostředí na souš – kdy, co a hlavní důvody. Základní morfologické preadaptace nezbytné pro osídlování souše – potenciální rybí předkové suchozemských čtvernožců (Tetrapoda). Raní čtvernožci (Tetrapoda) a jejich cesta k obojživelníkům.
- Apomorfie moderních obojživelníků (Lissamphibia) a jejich základní divergence. Proč jsou obojživelníci tak malí a proč nemohli hrát hlavní roli v terestrických ekosystémech. Závislost na vodním prostředí.
- Získávání relativní nezávislosti na vodním prostředí. Od „krytolebců“ k „plazům“. Vznik blanatých (Amniota) a jejich základní diverzifikace. Příjem potravy a vznik spánkových jam a jařmových oblouků. Triasová radiace blanatých, ovládnutí terestrických ekosystémů diapsidními formami a křídlová extinkce archosaurů (Archosauria). Významné morfologické adaptace k životu v suchém prostředí. Charakteristika a diverzita recentních blanatých (Testudines, Crocodylia, a další viz níže).
- Moderní diapsidní plazi – lepidosauři (Lepidosauria) a jejich diverzifikace. Příbuzenské vztahy mezi jednotlivými hlavními liniemi. Zařazení problematických skupin - ještěři, hadi a pahadi.
- Vznik ptáků (Aves) a jejich postavení v systému. Předkové ptáků a první ptáci, solnhofenské a jeholské vrstvy. Základní apomorfie ptáků, resp. maniraptorů. Odchytky od základního schématu stavby těla blanatých (Amniota). Druhohorní a třetihorní divergence ptáků. Utváření lebeční báze ptáků. Diverzifikace a charakteristika recentních linií ptáků. Aktivní let – důvody a způsoby vzniku. Morfologické adaptace k letu.
- Synapsida, vznik, vývoj a třetihorní radiace savců (Mammalia). Apomorfie savců – mj. chrup a tribosfénický molár, srst, kožní žlázy. Diverzifikace, příbuzenské vztahy a charakteristika savčích linií. Postavení člověka v systému savců.

## Praktická část

- Poznávání základních typů strunatců (dle charakteristických znaků zařadit do vyššího taxonu). Obratlovčí fauna ČR, poznávání běžných zástupců naší fauny – mihule (Petromyzontida), ryby (Actinopterygii), obojživelníci (Lissamphibia), plazi (Squamata), ptáci (Neognathae) a savci (Placentalia) a jejich zařazení do čeledí a nejbližších vyšších taxonů.

## **Literatura k teoretické části:**

- GAISLER J. & ZIMA J., 2018: Zoologie obratlovců. 3. přepracované vydání. Academia, Praha, 693 str.  
ROČEK Z., 2002: Historie obratlovců. Evoluce, fylogeneze, systém. Academia, Praha, 512 str.  
ZRZAVÝ J., 2006: Fylogeneze živočišné říše. Scientia, Praha, 255 str.

## **Literatura k praktické části:**

- DUNGEL J. & ŘEHÁK Z., 2004: Atlas ryb, obojživelníků a plazů České a Slovenské republiky. Academia, Praha, 182 str.  
DUNGEL J. & HUDEC K., 2001: Atlas ptáků České a Slovenské republiky. Academia, Praha, 251 str.  
DUNGEL J. & GAISLER J., 2002: Atlas savců České a Slovenské republiky. Academia, Praha, 151 str.

## **Předměty volitelné podle specializace – (2):**

### **SKUPINA OKRUHŮ Z ENTOMOLOGIE**

Zkouška se skládá ze dvou částí. První část je zaměřena na ověření teoretických znalostí z obecné entomologie, tj. morfologie, anatomie a fyziologie hmyzu. Uchazeč by měl v jejím rámci dále prokázat schopnost identifikace jednotlivých morfologických struktur na těle hmyzu (na předložených schématech či preparátech) a schopnost interpretace poznatků v evolučním kontextu. Druhá část je zaměřena na systematiku šestinohých (Hexapoda) a průřezové otázky. Její součástí je také praktické poznávání preparovaného hmyzu a jeho zařazení do systému. Požadavky na teoretické znalosti vychází především z předmětů Základy entomologie a Systém a fylogeneze hmyzu. Na praktickou část zkoušky (poznávání taxonů) se lze připravit také v rámci předmětů Terénní cvičení ze zoologie a Terénní cvičení z entomologie, případně Speciální botanicko-zoologické cvičení v terénu, k dispozici je i výuková sbírka.

## **Konkrétní okruhy otázek:**

### První část

- Základní charakteristika hmyzu (Hexapoda), obecné schéma organizace jeho těla a orgánových soustav (morfologie + anatomie)
- Morfologie hlavy hmyzu – sklerity, ústní ústrojí a jeho různé typy
- Morfologie hrudi hmyzu – sklerity, stavba hmyzí nohy, modifikace nohou
- Křídlo hmyzu – hypotézy jeho vzniku, základní schéma žilek, spojení s hrudí, modifikace a redukce, mechanika letu
- Morfologie zadečku hmyzu – základní stavba, přívěsky, samčí a samičí terminálie, způsoby kopulace
- Integument hmyzu – stavba kutikuly, svlékání, vnitřní orgány s kutikulární výstelkou
- Dýchání u hmyzu – stavba dýchacího systému a jeho modifikace, dýchání u vodního hmyzu
- Trávicí soustava hmyzu, adaptace k využití nutričně nevyvážených typů potravy
- Nervová soustava hmyzu – umístění v těle, základní struktura, chování hmyzu
- Smyslové orgány hmyzu, jejich struktura a funkce
- Mechanismy komunikace hmyzu – vizuální, mechanické (vibroakustické), chemické (feromony, kairomony, allomony)
- Ontogenetický vývoj hmyzu: základní fáze, typy metamorfózy, hormonální řízení

### Druhá část

- Základní systematické dělení Hexapoda na skupiny řádů, jejich vzájemné fylogenetické vztahy, historie a současná diverzita
- Charakteristika jednotlivých vyšších taxonů Hexapoda na úrovni skupin řádů i jednotlivých řádů: jejich diagnóza, synapomorfie, systematika, biologie, diverzita na světě a ve střední Evropě, role v ekosystémech a význam pro člověka:
  - Entognatha (Collembola, Protura, Diplura, vztah těchto skupin k Archaeognatha a Zygentoma)
  - Palaeoptera (Ephemeroptera, Odonata, Palaeodictyoptera)
  - Polyneoptera (Orthoptera, Dictyoptera a další taxony)
  - Paraneoptera (Hemiptera, Psocodea, Thysanoptera)

- Holometabola (Hymenoptera, Coleoptera, Neuroptera, Diptera, Lepidoptera a ostatní mecopteridní řády)
- Diverzita a evoluce fytofágního hmyzu, různé způsoby využívání rostlin hmyzem, adaptace hmyzu k životu na rostlinách
- Predátoři a parazité mezi hmyzem, jejich životní strategie a adaptace, přehled taxonomických skupin
- Sociálnita u hmyzu – stupně sociálního chování, výskyt a evoluce eusociálnoty v rámci hmyzu, životní cykly eusociálního hmyzu

#### **Literatura:**

- BEUTEL R., FRIEDRICH F., GE S.-Q. & YANG X.-K., 2014: Insect morphology and phylogeny: a textbook for students of entomology. Walter de Gruyter, Berlin, 516 pp.
- CHAPMAN R.F., 2013: The insects: structure and function. Fifth edition. Edited by Simpson S.J. & Douglas A.E. Cambridge University Press, New York 929 pp.
- GULLAN P.J. & CRANSTON P.S., 2014: The insects: an outline of entomology. 5th edition. Wiley-Blackwell, Chichester, 624 pp. (lze případně využít i 4. vydání z roku 2010).

## **SKUPINA OKRUHŮ Z CHOVÁNÍ ŽIVOČICHŮ**

- 1. Historie výzkumu chování živočichů**
  - Behaviorismus, reflexologie, klasická evropská etologie, sociobiologie a behaviorální ekologie
  - Styčné obory, dílčí směry, metody výzkumu
- 2. Funkční okruhy a prvky chování**
  - Prahová hodnota, základní pohybové projevy, dědičně fixovaná koordinační schémata
  - Úplně instinktivní chování – motivace, apetenční chování, klíčový podnět, konečné jednání
  - Konfliktní chování
- 3. Chování podmíněné metabolismem a komfortní chování**
  - Zajišťující chování, homeostáze
  - Etologické projevy spojené s příjmem potravy, pitím a vyprazdňováním
  - Termoregulace
  - Komfortní chování I. a II. řádu, allo-grooming
- 4. Ochranné chování**
  - Preventivní aktivita, aktivní ochrana, obrana
  - Varování – hrozba - útok
  - Mimetické chování
- 5. Chování rozmnožovací**
  - Partnerské chování, epigamní chování
  - Rivalské chování, teritoriální chování
  - Rodičovské chování
- 6. Sociální chování**
  - Agregace, societa, epimeletické chování
  - Agresivita a agonistické chování (dominantní a submisivní chování, usmiřovací chování, imponování)
  - Sociální integrace
- 7. Získané chování**
  - Motorická facilitace, vtištění, habituace, klasické a operantní podmiňování,
  - Zvědavost, hravé chování, pátrání a explorace, imitace, vhléd
  - Používání nástrojů, tradice a kulturní evoluce
- 8. Biorytmy**
  - Periodicita chování, cirkadiánní rytmy, vnitřní hodiny
  - Časovače, fázové úhly, krokovače, desynchronizace
  - Klidové stavy, spánek
- 9. Biokomunikace**
  - Signální struktury, signály a projevy
  - Chemické, dotykové, vibrační, akustické, optické a jiné dorozumívání
  - Ritualizace chování a evoluce signálů živočichů
- 10. Evoluce adaptací v chování**
  - Proximální a ultimální rovina chování, přirozený výběr a chování
  - Sobecký gen, jedinec vs. skupina
  - Hypotéza v behaviorální ekologii a jejich testování, metody výzkumu
- 11. Principy ekonomického rozhodování v chování**

- Optimalizační modely - zisk, výdaje, výplata a její formy
  - Výběr kořisti, riziko vyhladovění, vliv informací na rozhodování
  - Potravní ostrůvky, potrava a riziko predace
- 12. Interakce predátor a kořist, mezidruhová a vnitrodruhová kompetice**
- Evoluční závody ve zbrojení, koevoluce
  - Kryptická a aposematická kořist, hnízdní parazitismus
  - Exploatace a teritorialita, Ideální volní distribuce, ekonomie obrany zdrojů, velikost teritoria
- 13. Život ve skupině**
- Ekologické vlivy – potrava a predace
  - Optimální velikost skupiny, individuální rozdíly
- 14. Evolučně stabilní strategie**
- Teorie her, model jestřab – holubice
  - Souboje zvířat a jejich výsledky, respektování vlastnictví, vliv hodnoty zdrojů, vliv schopnosti a ochoty
- 15. Sexuální selekce, reprodukční systémy – strategie**
- Evoluce reprodukčních strategií, kompetice spermií
  - Vznik sexuality (Červená královna), výběr partnera
  - Poměr pohlaví jako ESS
  - Investice rodičů, obrana zdrojů a obrana samic
  - Alternativní strategie rozmnožování, východisko z nouze vs. ESS
- 16. Sobectví, kooperace a altruismus**
- Příbuzenská selekce, koeficient příbuznosti
  - Vzájemná výhodnost, manipulace
  - Reciprocita, model "věžňovo dilema", půjčka za oplátku

#### Literatura:

- FRANCK D., 1996: Etologie. Karolinum, Praha, 323 str.
- GAISLER J., 1989: Úvod do etologie. SPN, Praha, 148 str.
- VESELOVSKÝ Z., 1992: Chováme se jako zvířata? Panorama, Praha, 244 str.
- TKADLEC E., 2013: Populační ekologie. Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 414 str.
- PROKOP P., TRNKA A., 2016: Základy behaviorální ekologie. Typi Universitatis Tyrnaviensis a VEDA, vydavatelství SAV, 220 str.
- KREBS J.R., DAVIES N.B. (eds.), 2007: Behavioural ecology: an evolutionary approach. Fifth edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 464 str.
- KREBS J.R., DAVIES N.B. (eds.), 1993: An Introduction to Behavioural Ecology. Third edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 432 str.
- BEGON M., HARPER J.L., TOWNSEND C.R., 1997: Ekologie: jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc. 949 str.

## SKUPINA OKRUHŮ Z HYDROBIOLOGIE

- **Fyzikální vlastnosti vody a závislosti na teplotě:** viskozita a hustota, faktory ovlivňující hustotu vody, hydrodynamika, stratifikace, teplotní profily, sedimentace
- **Světlo a plyny ve vodě:** solární konstanta, složení světla, průnik do vody, průhlednost, světlo jako zdroj, fotosyntéza, rozpustnost plynů ve vodě, kyslík (zdroje, spotřeba, vertikální profily), CO<sub>2</sub> (zdroje, formy, pufrační systém, alkalita), redox potenciál
- **Cyklus uhlíku:** globální rezervoár, vstupy do stojatých a tekoucích vod, rozdělení organických látek, degradace org. látek v sedimentech (oxická, anoxická, metanogeneze, oxidace metanu), potravní řetězce, zazemňování
- **Cyklus živin, dusíku a fosforu:** globální rezervoár, formy (anorganické, organické), biomasa (asimilace NH<sub>4</sub><sup>+</sup> a NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, fixace N<sub>2</sub>), dekompozice (proteolýza, amonifikace, heterotrofní nitrifikace); nitrifikace a denitrifikace, biomasa (příjem P, růst, regenerace P, kompetice o P), ekologický význam P limitace, vliv P na produktivitu a biomasu
- **Salinita, cyklus S a Si, Fe, Mn, Al, Ca, Mg:** hlavní ionty, salinita, vodivost; formy a speciace síry, výskyt S a Si ve vodě a sedimentech; formy a speciace Fe, Mn, Al, výskyt ve vodách a v sedimentech
- **Jezera a velké nádrže, prostředí a zdroje:** typy jezer, rozdíly mezi jezery a umělými nádržemi, endorheická/exorheická jezera, stará a velká jezera, typy stratifikace (latitudinální a altitudinální distribuce), zdroje a dynamika živin (P, N) a C, regenerace P, vnitřní zatížení
- **Stojaté vody, plankton a trofické vztahy:** diverzita fytoplanktonu (paradox fytoplanktonu), limitující zdroje, PEG-model fytoplanktonu, strategie fytoplanktonu v kompetici o P; diverzita a sezónní vývoj zooplanktonu, zooplankton – grazing (filtrační rychlost, selektivita potravy, regenerace živin), predace

(bezobratlí predátoři, ryby, selekce potravy, omezení rizika predace), potravní řetězce (trofické hladiny, klíčové druhy, kaskádový efekt, top-down a bottom-up teorie, biomanipulace, trofické sítě), bakterie (zdroje, sink/link, metabolická aktivita), mikrobiální smyčka (regenerace živin, mixotrofie, selektivní predace, bakteriofágy)

- **Tekoucí vody, prostředí a zdroje:** říční niva, aluviál, hyporheál; proudění vody (průtokový režim, typy proudění, eroze a transport sedimentů, fluvialní geomorfologie), substrát (struktura, složení a hrubost), chemismus vody (rozpuštěné plyny, ionty, pH), detrit jako zdroj (zdroje a rozklad POM, rozpuštěný organický uhlík), dynamika živin (zdroje, transport, spiralling); zonace a říční kontinuum
- **Tekoucí vody, zoo- a fyto-bentos:** zoobentos – vztah k proudění, substrátu a teplotě, adaptace; trofické gildy (definice, příklady, adaptace); predace (letální a subletální vlivy predátorů, obrana před predátory); kompetice (dělení zdrojů); fyto-bentos – zdroje a vliv prostředí (živiny, světlo, proudění), časová a prostorová variabilita
- **Mokřady:** typy mokřadů, hydrologický režim; makrofyta – adaptace k životu ve vodě, světlo jako zdroj, živiny a substrát, disturbance; prostorová a časová variabilita mokřadů (faktory, které ji podmiňují, fluktuace, terrestrializace, paludifikace); vliv spásání, klíčové druhy
- **Vybrané antropogenní vlivy na vodní ekosystémy – změny v povodí a eutrofizace:** změny v povodí (změna hydrologického režimu, teplotní bilance, eroze, aridizace); eutrofizace (N, P, organické látky; vnitřní zatížení, rozvoj vegetace, kyslíkový deficit, bioindikace, možnosti eliminace živin)
- **Vybrané antropogenní vlivy na vodní ekosystémy – acidifikace:** dálkový transport emisí, atmosférická depozice S a N, zvětrávání a půdní procesy, koloběh živin, klíčová role hliníku; vliv na společenstva a potravní vztahy; biologické zotavování jezer (předpoklady, hliník, stechiometrie, vápnění, disperzní potenciál druhů, rezistence ekosystému)
- **Vybrané antropogenní vlivy na vodní ekosystémy – regulace a morfologická degradace toků:** říční diskontinuum (fragmentace), změna geomorfologického a hydrologického režimu toků a nádrží, (potamalizace a montanizace), transport sedimentů, vliv na biotu a prostředí
- **Vybrané antropogenní vlivy na vodní ekosystémy – dopady klimatické změny:** růst hydrologických extrémů (sucho, povodně), růst a výkyvy teploty, změny kvality vody (salinizace, kyslíkový režim, biochemické změny), změny koloběhu živin a sedimentů, přímé a nepřímé vlivy na jednotlivé složky vodních ekosystémů (invaze, eutrofizace, přesuny do klimatických refugií)
- **Dopady znečištění vod a principy jejich čištění** – základy typy fyzikálně chemického a biologického čištění vod, dopady a redukce tradičních typů znečištění (eutrofizace, organické znečištění, radioaktivita, těžké kovy, ropa, průmyslové vody) a nových typů polutantů (rezidua léčiv, drog a hormonů, mikroplasty, rezistentní organické látky a pesticidy, atd.)
- **Bioindikace změn stanovišť a antropogenních stresorů** – nejčastěji využívané indikační skupiny a jejich potenciál pro indikaci stresorů a změn (makrofyta, fyto- a zooplankton, fyto- a zoobentos, ryby), základní přístupy bioindikace (principy hodnocení, použití autekologických vlastností, indexy, ekologický stav dle WFD), bioakumulace, ekotoxikologické testy
- **Obnova a management vodních stanovišť** – revitalizace, renaturace, hydrologický a splaveninový režim, mechanismy obnovy habitatů (toky, jezera, mokřady, rybníky), změny koloběhu živin po obnově habitatu, opatření ve vodním tělese a v jeho povodí, průběh rekolonizace po obnově základními skupinami organismů, základní metody ochrannářského managementu, management hospodářsky využívaných stanovišť (zejména rybníky)

#### Literatura:

- ADÁMEK Z., HELEŠIC J., MARŠÁLEK B., RULÍK M., 2010. Aplikovaná hydrobiologie. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, České Budějovice, 350 pp.
- ALLAN J.D. & CASTILLO M.M., 2007. Stream ecology. Structure and function of running waters. Second edition. Springer, Dordrecht, 436 pp.
- KALFF J., 2001. Limnology. Inland water ecosystems. Prentice Hall Press, New Jersey, 536 pp.
- LAMPERT W. & SOMMER U., 2007. Limnoecology. The ecology of lakes and streams. Second edition. Oxford University Press, New York, 324 pp.

## SKUPINA OKRUHŮ Z PARAZITOLOGIE

1. **Parazitičtí "prvoci"** (Excavata, SAR, Amoebozoa) + **Myxozoa (rybomorky), Microsporidia (hmyzomorky)**
  - vymezení, taxonomické zařazení (fylogeneze)
  - adaptace k parazitismu
  - významná onemocnění člověka a zvířat - základní charakteristika (morfologie, anatomie, determinace) jednotlivých skupin a vybraných zástupců, hostitelé (+ lokalizace na/v těle hostitele), geografické rozšíření, životní cyklus, přenos a šíření, parazito-hostitelské interakce, diagnostika a význam



2. **Parazitičtí helminti** (“Turbellaria”, Neodermata, Acanthocephala, Nematoda, Nematomorpha, Hirudinea)
  - vymezení, taxonomické zařazení (fylogeneze)
  - adaptace k parazitismu
  - významná onemocnění člověka a zvířat - základní charakteristika (morfologie, anatomie) jednotlivých skupin a vybraných zástupců, hostitelé (+ lokalizace na/v těle hostitele), geografické rozšíření a výskyt, životní cyklus, přenos a šíření, parazito-hostitelské interakce, diagnostika a význam.
3. **Parazitičtí členovci** (“Crustacea”, Euchelicerata – Acari, Insecta)
  - vymezení, taxonomické zařazení (fylogeneze)
  - adaptace k parazitismu
  - významná onemocnění člověka a zvířat - základní charakteristika (morfologie, anatomie) jednotlivých skupin a vybraných zástupců, hostitelé (+ lokalizace na/v těle hostitele), geografické rozšíření a výskyt, životní cyklus, přenos a šíření, parazito-hostitelské interakce, diagnostika a význam.
4. **Parazitičtí měkkýši**
  - vymezení a taxonomické zařazení, základní charakteristika a životní cyklus vybraných zástupců, hostitelé (+ lokalizace na těle hostitele), životní cyklus, přenos a šíření, diagnostika a význam
5. **Evoluce parazitizmu**
  - přechod od volně žijícího k parazitickému organizmu
  - původ a vznik parazitizmu u vybraných taxonomických skupin
  - evoluční výhody parazitizmu
  - směry a paradoxy v evoluci parazitizmu – regresní evoluce, genom, velikost těla, fekundita, virulence, vývojové cykly, demografické parametry, kompromisy spojené s reprodukcí, pohlavní dimorfismus
6. **Ekologické vymezení parazitizmu**
  - hostitelsko-parazitické interakce z pohledu ekologického
  - klasifikace hostitelů z pohledu životních cyklů parazitů, klasifikace parazitů podle způsobu výživy, vlivu na fitness hostitele, počtu hostitelů, míry infekce
  - strategie využití hostitele parazitem, vývojové cykly parazitů
  - abiotické a biotické faktory ovlivňující diverzitu a početnost parazitů
7. **Populační ekologie parazitů**
  - základní typy populací parazitů
  - vlastnosti parazitických populací (agregace – popis a příčiny)
  - epidemiologické charakteristiky parazitární infekce
  - regulace velikosti parazitické populace
8. **Společenstva parazitů, interakce parazitů**
  - hierarchické úrovně parazitických společenstev, jejich charakteristika
  - nested struktura a její příčiny
  - ekologická nika parazitů, mechanismy omezení niky parazitů
  - role hostitelské specifity a specifity mikrohabitatů pro strukturování společenstev parazitů
  - interaktivní a neinteraktivní společenstva parazitů
9. **Diverzita parazitů**
  - diverzita parazitů napříč rostlinnou a živočišnou říší
  - zákonitosti a gradienty diversity parazitů
  - koncept ostrovní biogeografie v parazitologii
  - základní metody hodnocení diversity parazitů
10. **Imunitní odpověď hostitele a únik parazitů před imunitou**
  - imunitní systém živočichů – přirozená obrana před a po infekci
  - fyzické bariery, buněčná a humorální obrana, vrozená a získaná imunita
  - diverzita únikových mechanismů parazitů před imunitní odpovědí hostitele (aktivní a pasivní únik)
11. **Parazit manipuluje hostitelský fenotyp**
  - parazitem indukované změny hostitelského chování
  - parazitem indukované změny morfologie
  - parazitem indukované změny reprodukční investice hostitele
  - manipulace hostitele v případě vícenásobní infekce
12. **Evoluční a ekologická imunologie**
  - ekologie parazitárních nákaz, patogenita a virulence
  - náklady spojené s imunitní odpovědí hostitele
  - hostitelsko-parazitická koevoluce, evoluční mechanismy udržování polymorfizmu imunitních genů, parazity-zprostředkovaná sexuální selekce
13. **Biochemie parazitů**

- základní rozdíly v metabolismu volně žijících a parazitických organismů, změny metabolismu u parazitů se složitým vývojovým cyklem
- vybrané metabolické dráhy parazitů (srovnání s volně žijícími organizmy)
- degradace hostitelských proteinů, detoxikace

#### 14. Biologický a medicínský význam parazitů

##### Literatura:

VOLF P., HORÁK P., A KOL., 2007: Paraziti a jejich biologie. Triton, Praha/Kroměříž.

VOTÝPKA J., KOLÁŘOVÁ I., HORÁK P., A KOL., 2018: O parazitech a lidech. Triton, Praha.

ROBERTS L.S., JANOVY JR. J., NADLER S., 2013: Foundations of Parasitology, 9th Edition. The Mac-Graw-Hill Companies, New York.

JÍRA J., 1998: Lékařská helmintologie. Galén.

## SKUPINA OKRUHŮ Z PŮDNÍ ZOOLOGIE

### 1. Půda jako hlavní součást dekompozičního subsystému suchozemských ekosystémů

- pedogeneze, hlavní půdní typy, humusové formy
- ekologické faktory působící na půdní organismy
- společenstvo půdních organismů (edafon) – distribuce v prostoru a čase, funkce, členění půdní fauny (velikost, trofie)
- společenstvo půdního povrchu (epigeon) vč. jeho významu pro bioindikaci
- hlavní pedobiologické metody

### 2. Saprotrofní (dekompoziční, detritivorní) potravní řetězec

- proces dekompozice a dekompoziční subsystém v suchozemských ekosystémech
- vliv složení zdroje (nekromasy) na procesy rozkladu
- dekompozice v hlavních biomech
- vliv fyzikálně-chemického prostředí na procesy rozkladu
- degradační sukcese
- rozklad odumřelého dřeva; tlející dřevo jako životní prostředí saproxylických společenstev
  - rozklad výkalů; rozklad mršin a mrchožrouti
  - rozklad v batoru přežvýkavců
  - saprotrofní potravní řetězec v půdě (viz výše)

### 3. Půdní kroužkovci

- základní charakteristika vyšších taxonů s terestrickými zástupci (systematika, morfologie resp. anatomie)
- význam a funkce kroužkoců v terestrických ekosystémech
- společenstva základních typů evropských stanovišť
- faktory ovlivňující složení taxocenóz kroužkoců v půdě
- interakce mezi žížalami a roupicemi
- možnosti využití v bioindikaci (vč. ekotoxikologických aplikací)

### 4. Terestriční plži

- základní charakteristika (morfologie, anatomie, ekologie, atd.)
- systém s příklady našich zástupců
- společenstva základních typů stanovišť
- faktory ovlivňující druhovou bohatost a skladbu
- možnosti využití v bioindikaci a paleontologii, kvartérní vývoj

### 5. Pavoukoci

- morfologie
- anatomie
- fylogeneze
- taxonomie
- Etologie pavoukoců
  - predační chování
  - reprodukční chování
  - sítě pavouků
- Ekologie pavoukoců
  - fyziologie ontogeneze
  - životní cyklus
  - adaptace na prostředí
  - zoogeografie

## 6. Půdní a epigeičtí vzdušnicovci a koryši

- obecná charakteristika (morfologie, anatomie, systematika) zastoupených vyšších taxonů (Isopoda: Oniscidea; Myriapoda: Chilopoda, Diplopoda, Symphyla, Pauropoda; Hexapoda: Protura, Collembola, Diplura (Campodeina, Japygina), Archeognatha, Blattodea (vč. Isoptera), Dermaptera, Carabidae, Staphylinidae, Elateridae, Geotrupidae, Scarabeidae, Formicidae, Diptera - půdní larvy)
- význam a funkce jednotlivých skupin v půdním subsystémech hlavních ekosystému resp. biomů
- využití pro bioindikaci

### Literatura:

- SWIFT, M. J., HEAL, O. W. & ANDERSON, J. M., 1979: Decomposition in Terrestrial Ecosystems (Studies in Ecology, Vol. 5). Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- SMOLÍKOVÁ, L. (1982, 1988): Pedologie. I. Státní pedagogické nakladatelství (1. i 2. vyd.), Praha.
- TOPP, W., 1981: Biologie der Bodenorganismen. Quelle und Meyer, Heidelberg.
- DUNGER, W., 1964: Tiere im Boden. Ziemsen, Wittenberg.
- BUCHAR, J. & KŮRKA, A., 1998. Naši pavouci. Academia. Praha
- FOELIX, R. F., 1996. Biology of spiders. Harvard University Press, London.
- PIŽL, V., 2002: Žížaly České republiky. Sborník přírodovědného klubu v Uh. Hradišti, Supplementum 9.
- HORSÁK M., JUŘÍČKOVÁ L., PICKA J., 2013: Měkkýši České a Slovenské republiky. Molluscs of the Czech and Slovak Republics. Kabourek, Zlín.