

Minimální znalostní základ kurzu

Prof. Ivan Horáček

Pracujte s obecnými charakteristikami skupin, výčtem a popisem zástupců jednotlivých skupin. Zařazení a vzájemné fylogenetické vztahy budou aktualizovány na přednáškách!

Kmen: STRUNATCI – CHORDATA

Početná skupina druhoústých živočichů, vodních i suchozemských, většinou s dosti složitým tělním plánem, zpravidla velmi pozměněným nejrůznějšími specifickými přizpůsobeními. U všech je ale: (1) prvotní osou těla a organizačním základem oporné soustavy *struna hřbetní - notochord*, (2) trávicí trubice je na spodní straně těla, její přední úsek – *hltan* - je *proděravěn* serií příčných žaberních otvorů, (3) osou nervového systému je hřbetní *nervová trubice*, ležící *nad notochordem*, (4) tělo je primárně článkováno – je budováno principem *metamerní segmentace* - v každém tělním segmentu nacházíme shodné (metamerní) uspořádání svalstva a jiných tělních orgánů, (5) u každé skupiny je konstrukční princip metamerní segmentace ve větším či menším rozsahu porušen a pozměněn specifickými inovacemi. Platí to zejména pro největší skupinu tohoto kmene – obratlovce, kde právě takto vzniká (a) komplexní mnohavrstevný povrch těla – *kůže* a (b) přestavba přední části těla na složitý integrační útvar – *hlavu* s mohutným rozšířením nervové trubice – *mozkem*, specializovanými *smyslovými orgány* a specializovanou ústní dutinou.

Pláštěnci, kopinatci a obratlovci, které řadíme do kmene strunatců, mají na první pohled jen máloco společného. Při bližším zkoumání však zjistíme, že všechny tyto skupiny sdílejí shodný výchozí plán tělesné organizace, odlišný od tělesného plánu jiných skupin živočichů. Tento stav nacházíme přinejmenším v časných stádiích individuálního – ontogenetického - vývoje. V dospělosti jsou tyto původní znaky většinou zatlačeny specifickými odlišnostmi jednotlivých skupin a přestavbami původního plánu, které s nimi souvisejí. Původní vývojové a funkční pozadí určitého znaku můžeme tak

rozpoznat teprve po prozkoumání postupu jeho ontogenetického vývoje. Pro pochopení vývojových souvislostí jednotlivých orgánových soustav, mechanismů vývojových přestaveb i příbuzenských vztahů jednotlivých skupin jsou tak poznatky o embryonálním vývoji zcela zásadním předpokladem. Proto i zde budeme této stránce srovnávací zoologie věnovat nemalou pozornost. Úvodem připomene, že v této souvislosti platí *pravidlo rekapitulace*: ontogenese (vývoj jedince) je zkráceným a zhuštěným opakováním fylogeneze (historického vývoje): znaky a jejich změny, které se v ontogenesi objevují dříve jsou obecnější a vývojově původnější, znaky objevující se později jsou odvozenější a specifické pro užší vývojový okruh. Postup embryonálního vývoje je složitě řízen produkty různých regulačních genů: *signálními proteiny* – jakýmiisi přepínači ovlivňujícími růstovou dynamiku jednotlivých buněčných populací. Studium genetických faktorů regulujících postup ontogenese patří dnes k neaktuálnějším směrům vývojové biologie.

Živočišný kmen, jehož jsme součástí, dostal své jméno od struny hřbetní, nazývané též chorda dorsalis či notochord. Je to velmi pevná, dokonale pružná tyčinka procházející celým tělem nad trávicí trubicí a pod nervovou trubicí. Vývojově i funkčně představuje nejvlastnější osu těla. Od ní odstupují sloupce tělní svaloviny, jejichž asymetrický stah chordu dokáže snadno prohnout. Následnými kmity pružné chordy pak tělo živočicha proniká vodním prostředím bez vynaložení jakékoliv svalové práce. Je to mimořádně účinný a úsporný pohybový mechanismus a neudivuje, že v této původní funkci je chorda alespoň zčásti zachována u velké většiny vodních strunatců. Chorda má složitou vnitřní stavbu a v průběhu embryonálního vývoje se uplatňuje rovněž jako klíčový zdroj nejrozličnějších regulačních faktorů a morfogenetických signálů podmiňujících další specifika našeho kmene (m.j. např. funkční polarisaci nervového systému, vznik celé řady dalších orgánových systémů – svalstva, vylučovacích orgánů atd.). Chorda je spolu s trávicí trubicí a nervovou trubicí orgánem funkčně propojujícím jednotlivé vzájemně ohraničené tělní články, jejichž orgánový vývoj probíhá jinak do určité míry nezávisle.

Základem stavebního plánu strunatců je *metamerní segmentace*: rozčlenění těla na množství jednotlivých článků s opakující se vnitřní stavbou. Ta je ovšem v jednotlivých segmentech specificky pozmeněována v závislosti na pozici příslušného článku na předozadní ose těla. Klíčovou rolí při tom hraje soubor seriálně uspořádaných genů, nazývaný *homeobox*. Proteiny vznikající transkripcí jednotlivých homeoboxových genů fungují jako hlavní aktivátory různých programů orgánové diference. S malými

modifikacemi nacházíme soubor homeoboxových genů u všech mnohobuněčných organismů. Regulují předozadní orientaci růstových procesů (včetně růstu končetin) i specifické úpravy tělního plánu v jednotlivých tělních segmentech.

Nejdůležitější se princip metamerní segmentace uplatňuje u *orgánových* systémů, vznikajících ze středního zárodečného listu – mesodermu. Dobře je to patrné zejména na svalstvu, které (s výjimkou suchozemských obratlovců a pláštěnců) je uspořádáno do samostatných sloupců (myomery), oddělených vazivovými přepážkami (myosepta) – viz svalstvo ryby. U obratlovců se na myoseptech, tvořících hranici mezi jednotlivými tělními články, zakládají obratle a žebra. V každém tělním článku vznikají v blízkosti chordy základní elementy vylučovací a rozmnožovací soustavy, které se u odvozených skupin druhotně seskupují do velkých komplexních orgánů. U pláštěnců a obratlovců, kde došlo k potlačení metamerního uspořádání jednotlivých orgánových systémů, se s původním stavem setkáváme zpravidla již jen v průběhu embryonálního či larválního vývoje.

Časný embryonální vývoj strunatců charakterisují následující skutečnosti : (1) Gastrulace probíhá většinou epibolií – asymetrickým růstem buněčných populací v oblasti příštích prvoúst, (2) zesílený růst v oblasti spodního rtu prvoúst vede k přerůstání otvoru prvoúst a posléze i hřbetní stěny gastruly nad prvoústy, (3) v podélné ose zárodka nad prvostřevem vzniká notochord a v těsném sledu se v oblasti zvýšené buněčné aktivity nad horním rtem prvoúst ustavuje na povrchu zárodka embryonální orgán nazývaný *neurální ploténka*, (4) působením signálních proteinů pronikajících z oblasti notochordu se neurální ploténka stranově prohýbá a dává vznik nervové trubici, (5) další vývoj je charakterisován postupným růstem všech těchto struktur do směru od prvoúst – k příštím přednímu konci těla, (6) v této části se také poprvé objevuje střední zárodečný list – mesoderm: vzniká z párových váčkovitých vychlípenin prvostřeva po stranách chordy, opakujících se v každém tělním článku (nazýváme je *somity*). Druhotná tělní dutina – coelom - vzniká tedy u strunatců vychlípením prvostřeva – enterocoelií. (7) V průběhu dalšího vývoje dochází vedle postupného předozadního růstu a zmnožování somitů k prolamování otvorů v bocích trávicí trubice v přední části těla – diferenciaci žaberních štěrbin. (8) Tato perioda embryonálního vývoje se završuje prolomením ústního otvoru na přední části těla a druhotného řitního otvoru, zhruba ve dvou třetinách délky těla. Vzniklý larvální jedinec má tedy (a) *ocas*: část těla za trávicí trubicí, která je plně uzpůsobena pohybové funkci.

Podstatnou část jeho těla zaujímá (b) hltanový *žaberní koš*, s dýchací a filtrační funkcí. Ne jeho basi leží žlázatý orgán (endostyl), který je základní endokrinní žlázou strunatců (u obratlovců jej nazýváme štítná žláza).

Toto uspořádání je základem tělní stavby a u všech strunatců se s ním setkáváme přinejmenším na počátku individuálního života. V dalších krocích individuálního vývoje se však hlavní skupiny strunatců velmi podstatně odlišují.

Důsledné pokračování nastoupené cesty, zmnožování tělních segmentů a sjednocování jejich vnitřní stavby charakterizuje podkmen **Bezlebeční - Cephalochordata**. Patří sem kopinatci, mořští živočichové rybičkovitého vzhledu s jednovrstevnou pokožkou, mohutně rozvinutou chordou, procházející celým tělem, stejně jako nervová trubice, která se nerozšiřuje v mozek ani nenes morfologicky výrazné smyslové orgány. Kopinatci žijí zahrabáni v písčinách příbřežních vod a prostřednictvím ústní plachetky filtrují planktonní mikroorganismy. Mají na první pohled leccos společného s obratlovcem a byli jako možný přechodný článek mezi nimi a bezobratlými velmi podrobně studováni.

Další podkmen strunatců, **Pláštěnci – Tunicata** či **Urochordata**, je charakterizován takřka úplným opuštěním počátečního vývoje. Zatímco jejich larva je pohyblivá, má chordu i souvislou nervovou trubici, záhy tyto orgány ztrácí. Tělesná stavba dospělce postrádá metamerní segmentaci, vše je tu podřízeno mohutnému rozvoji složitě perforovaného žaberního koše s obžaberním prostorem, trávicí trubice je zcela zkrácena a základním integrujícím orgánem se stává zvláštní polysacharidový obal těla – plášť, v němž se volně pohybují nejrůznější nervové, svalové a další buňky.

Největší podkmen, **Obratlovci – Vertebrata**, má leccos společného s oběma předchozími skupinami, ale v jednom se liší: základem tělesné stavby sice zůstává metamerní segmentace (důsledně uplatňovaná např. ve stavbě oporné a pohybové soustavy), zásadního rozvoje však současně doznávají struktury, které se z tohoto typu vývojové regulace zcela vymanily: jejich zdrojem je zejména ektoderm přední části těla a neurální ploténka. Vedle komplexního rozvoje nervového systému je výsledkem tohoto vývoje členitý mnohvrstevný povrch těla, nejrůznější tkáně oporného systému (chrupavka, kost, vazivo) – a v neposlední řadě pak také množství nových regulačních mechanismů včleňujících tyto nové struktury do výchozího plánu tělesné stavby.

Vznik strunatců a vývojové vztahy k jiným kmenům a vzájemné vývojové vztahy jednotlivých podkmenů vysvětluje několik odlišných teorií. Většina z nich se shoduje na

tom, že předci strunatců se oddělili od společného předka druhoústých živočichů (t.j. také ostnokožců či polostrunatců) ještě v době prekambria.

Podkmen **Pláštěnci – Tunicata**

Výlučně mořští živočichové, jejichž příbuznost s ostatními strunatci naznačuje pohyblivá larva s vyvinutou chordou, nervovou trubicí a metamerním svalstvem. U dospělců tyto struktury mizí, základem těla je rozšířený hltan a komplexní obal těla – plášť, tvořený polysacharidem tunicinem.

Pláštěnci jsou živočichové žijící výhradně v moři. Najdeme mezi nimi přisedlé i volně plovoucí, planktonické formy. Žijí buď jednotlivě (soliterně) nebo v koloniích. Společným znakem pláštěnců je pevný povrchový rosolovitý plášť (tunica) vytvořený z pokožky a obsahující buňky s různými funkcemi. Tělo je u přisedlých typů vakovité s vytvořeným přijímacím otvorem na horní straně a vyvrhovacím (kloakálním) po straně. Přijímaná potrava je nasávána do rozšířeného hltanu, který je proděravěný žaberními štěrbinami (tvoří hltanožaberní vak). Zde se potrava filtruje a shromažďuje v obrvené rýze (endostyl) a odtud je dopravována do žaludku a dále do střeva, odkud jsou řitním otvorem vypouštěny exkrementy do kloakální dutiny (je součástí ožaberního prostoru) a vyvrhovacím otvorem z těla ven. Druhou funkcí žaberních štěrbin je okysličování krve. Přefiltrovaná voda, která projde přes žaberní štěrbinu odchází do ožaberního prostoru (žaberního vaku) a odtud do kloakální dutiny. Nervová trubice a struna hřbetní jsou vytvořeny u všech skupin jen u larev, u dospělců přetrvávají pouze u vršenek. Cévní soustava je otevřená nebo dokonce chybí. Vylučovací orgány u pláštěnců chybí. Odpadní látky se mohou hromadit ve zvláštních buňkách v okolí střeva, které jsou čas od času vyvrhovány. Pláštěnci se rozmnožují buď pohlavně nebo často také nepohlavně (pučením). U některých se setkáváme s rodozměnou (metagenezí), tj. střídáním pohlavní a nepohlavní generace. Pláštěnci jsou převážně oboupohlavní (hermafroditičtí) živočichové. Jejich vývoj probíhá přes drobnou, volně pohyblivou larvu (obrázek), vybavenou ocáskem s dobře vyvinutou chordou a nervovou trubicí.

Pláštěnce dělíme do tří tříd: na přisedlé **sumky** a na volně se pohybující **salpy** a **vršenky**, představující důležitou součást mořského planktonu. Na rozdíl od prvních dvou skupin, přetrvává u vršenek chorda a nervová trubice i v dospělosti.

Podkmen **Bezlebeční – Cephalochordata**

Kopinatci, jediní příslušníci podkmene bezlebečných, jsou drobní živočichové rybičkovitého vzhledu, obývající písčiny mořského dna. Tělo je metamerně uspořádáno, na rozdíl od obratlovců však nemají hlavu, mozek a specializované smyslové orgány, chorda zasahuje až do nejpřednější části těla, mají jednovrstevnou pokožku a řadu dalších znaků shodných např. s kroužkovci (vylučovací soustava). Tradičně jsou pokládáni za vývojový mezičlánek mezi obratlovcí a bezobratlými.

Podkmen tvoří jediná třída: **kopinatci** (Amphioxii) s 22 současnými druhy. Typickým představitelem je **kopinatec plžovitý** (*Branchiostoma lanceolatum*).

Je to živočich s protáhlým, rybovitým, ze stran sploštělým tělem, které je na hřbetě lemováno ploutevním lemem, který v ocasní části přechází v kopinatou ploutvičku. Dosahuje velikosti kolem 6 cm. Jasně se u něho diferencuje přední část těla, která je zašpičatělá, na spodní straně je ústní otvor lemovaný několika pohyblivými tykadly (cirry). Tělo je kryto jednovrstevnou pokožkou. Osou celého těla prochází pružná chorda, která má ovšem poněkud odlišnou vnitřní stavbu než u ostatních strunatců. Svalovina je uspořádána metamerně. Tvoří ji myomery tvaru písmene W, vzájemně oddělené vazivovými přepážkami (myosepty). Nervová soustava má podobu jednovrstevné trubice, probíhající na hřbetní straně chordy po celé délce těla. V přední části je nepatrně rozšířena a určité soubory buněk zde patrně vykonávají specializované smyslové funkce. (Uvnitř nervové trubice nacházíme v každém segmentu pár světločivných buněk, vně pak odstupuje pár obvodových nervů. Trávicí soustava začíná ústním otvorem a ústní dutinou, která přechází do zvětšeného hltanu, jehož stěny jsou perforované množstvím šikmých, úzkých žaberních štěrbin. Podobně jako u pláštěnců i u kopinatce se zde zachycuje jemná potrava a shromažďuje se do endostylu a odtud pokračuje do krátkého jícnu a dále do střeva. Jemné vlásečnice ve stěnách žaberních štěrbin zajišťují také částečnou výměnu plynů mezi krví a vodou. Voda z hltanožaberního vaku odchází přes žaberní štěrbinu do ožaberního vaku a odtud zvláštním otvorem na břišní straně těla (atrioporus) ven. Na začátku střeva je vytvořený tzv. jaterní vak, který se podílí na trávení potravy. Střevo je zakončeno řitním otvorem v ocasní části těla. Cévní soustava je uzavřená. Její hlavní části se blízce podobají cévní soustavě nižších obratlovců s tím, že chybí srdce a v krvi nejsou dýchací pigmenty. Vylučovacími orgány jsou segmentárně uspořádané nefridie s plaménkovými buňkami (podobné jako u kroužkovců). Metamerní uspořádání mají také pohlavní orgány. Jsou bez vývodů a pohlavní buňky se z nich uvolňují do obžaberního prostoru a atrioporem odcházejí ven. Kopinatci jsou odděleného pohlaví, oplození je mimotělní. Z vajíčka se líhne 1 mm velká obrvená larva, která žije planktonicky. Po 2-3 měsících života prodělává proměnu a přemění se v malého kopinatce.

Kopinatci jsou mořští živočichové, žijící v oblastech mírného a teplého pásma. Dorůstají nejvíce jen cca 8 cm. Zdržují se u dna, do kterého se s oblibou zahrabávají, v hloubkách do 50 m. Jsou aktivní převážně v noci. Najdeme je i u pobřeží Evropy.

1. Stručně popište stavbu těla pláštěnce
2. Jak přijímají potravu sumky a jak vršenky?
3. Popište způsob života sumek, salp a vršenek.
4. Jak se rozmnožují pláštěnci?
5. Srovnejte podkmen pláštěnci a bezlebeční.
6. Jak se od sebe liší stavbou těla larvy a dospělci pláštěnců?
7. V jakém prostředí žijí pláštěnci a v jakém kópinatec?

Podkmen: **Obratlovci – Craniata**

Obratlovci jsou *strunatci*, kteří (1) mají *hlavu*, t.j. úsek těla před předním okrajem notochordu, (2) se zvláštním rozšířením nervové trubice - *pětídílným mozem*, (3) specialisovanými smyslovými orgány (komorové oko, čichový orgán, polohový orgán, atd.) a (4) složitým ústním aparátem. Obratlovci mají (5) *kůži* s mnohavrstevnou pokožkou (ektodermálního původu) a mesodermální škárrou, jejichž interakcí vznikají (6) různé *kožní deriváty* (šupiny, peří, chlupy apod.). (7) V různém stupni rozvoje je vždy přítomna *vnitřní kostra*, tvořená chrupavkou či kostí, která zahrnuje přinejmenším: (8) *lebku*, jejímž jádrem je chrupavčitý nebo kostěný kryt mozku - mozkovna, (8) chrupavčitou oporu žaberních štěrbin – *žaberní oblouky*, a (9) *obratle*, vznikající po stranách notochordu a nervové trubice, na rozhraní jednotlivých segmentů. (10) Vylučovacím orgánem jsou složité *ledviny*, jejichž základní stavební jednotkou je vlásečnicový váček – *glomerulus*. (11) Cévní systém je uzavřený, zahrnuje tepny, žíly a svalnaté *několikadílné srdce*, které pumpuje krev dopředu, (12) krev obsahuje červené krevní barvivo (*hemoglobin*) a specialisované krvinky různých typů.

Nejrůznější obměny a vývojové inovace tohoto základního rozvrhu učinily z obratlovců jednu z nejrozšířenějších skupin živočichů. Nejvýznamnější

z těchto inovací se stala (a) *přeměna prvního páru žaberních oblouků na čelisti* a (b) *vznik párových končetin*. Tyto znaky *chybí pouze u nejstarobylějších skupin - sliznatek a mihulí*. Zatímco sliznatky a mihule čítají dohromady pouze asi 80 druhů, zbylá skupina obratlovců – čelistnatci, zahrnuje kolem 45 000 druhů. Druhově bohaté a celosvětově rozšířené jsou i jednotlivé třídy čelistnatců: *paryby, ryby, obojživelníci, plazi, ptáci a savci*. Jejich charakteristické představitele – od žraloků a rejnoků až po opice, slony či člověka - zná každý. Obratlovci osídlili takřka všechna prostředí: nalezneme je v nejhlubších hlubinách oceánů i vysoko nad hřebeny Himalájí, v korunách tropických pralesů i v arktických pustinách. Většina obratlovců značně převyšuje svou tělesnou velikostí ostatní skupiny živočichů. Podstatným faktorem této skutečnosti je pevná kostra, vysoce efektivní pohybový systém a výkonný metabolismus. Kosterní pozůstatky obratlovců se dobře zachovávají a o minulosti jednotlivých skupin jsme tak dobře informováni také z fosilního záznamu.

V duchu tradiční intuitivní klasifikace lze obratlovce rozdělit např. na *ploutvovce* (primárně vodní obratlovci – „ryby“) a *čtyřnožce* (obojživelníci, plazi, ptáci, savci). Další klasifikaci poskytuje dělení na *bezčelistné* (sliznatky a mihule) a *čelistnatce* (ostatní skupiny) nebo na *bezblanné* (Anamnia) a *blanné* (Amniota). Poslední dělení zdůrazňuje vývojový význam plodových obalů, chránících vyvíjející se zárodek. Díky plodovým obalům (amnion a allantois) - se nejodvozenější skupiny obratlovců (plazi, ptáci, savci) zcela vymanily ze závislosti na vodním prostředí.

Patrně nejdůležitějším zdrojem vývojových novinek, charakterizujících obratlovce, je embryonální orgán, který u jiných skupin chybí – **neurální lišta**. Je to postraní záhyb nervové ploténky odstupující od boků nervové trubice, který produkuje množství volně pohyblivých buněk šířících se do nejrůznějších oblastí těla, kde nabývají řadu

specifických, vesměs lokálně organizačních funkcí. Mění se např. na smyslová zakončení a další součásti periferního nervového systému, fibroblasty vaziva, osteoblasty produkující kostní tkáň, chondroblasty tvořící chrupavku, na buňky produkující myelinový obal chránící výběžky neuronů, buňky kožních žláz, apod. Svým působením aktivizují okolní tkáň a specificky ovlivňují jejich další vývoj. Hlavním migračním koridorem a základním působištěm buněk neurální lišty je rozhraní ektodermu a mesodermu. Jejich přičiněním se toto rozhraní mění na neobyčejně komplexní mnohvrstevný útvar, specifický pro obratlovce – *kůži*. **Kůže** a její deriváty (šupiny, peří, chlupy, kožní žlázy apod.) zajišťuje nejen mechanickou ochranu těla, tepelnou izolaci a tepelnou výměnu s okolím (např. ochlazování pocením), ale zabraňuje ztrátám vody, účinně se podílí na vylučování solí, některých zplodin a na dýchání (u některých mlouků je kůže jediným dýchacím orgánem), chrání tělo před infekčními vlivy okolí. Kůže a kožní derivátů se stávají důležitým zprostředkovatelem informací o druhové příslušnosti a individuálních kvalitách svého nositele a tedy jedním z rozhodujících předpokladů sociálního života obratlovců (srv. např. zbarvení srsti či peří, sekrety pachových žláz, rohy, parohy apod.). Kůži prostupuje množství volných nervových zakončení a tato nervová síťovina je sama o sobě velmi komplexním informačním systémem – aktivním rozhraním jedince a jeho okolí.

Dalším důležitým orgánovým systémem, na němž se bezprostředně podílí buňky neurální lišty, je **kostra**. Tkáň, které jí tvoří – kost, chrupavka a vazivo, jsou produktem specificky pozměněných buněk neurální lišty. Vnitřní kostra je jedním z nejvýznamnějších znaků obratlovců a patří ke klíčovým faktorům vývojových úspěchů této skupiny. Skýtá pevnou oporu výkonnému volně ovladatelnému příčně pruhovanému svalstvu a umožňuje tak rozvoj pohyblivosti i zvětšování velikosti těla.

Osa kostry - *páteř* –stejně jako svaly, které se na ní upínají, dodržují u všech obratlovců (včetně nás samých) původní metamerní uspořádání těla. Páteř sestává z jednotlivých obratlů, z nichž každý vzniká splynutím původně samostatných obratlových oblouků, vznikajících nad notochordem jako ochrananeurální trubice a těl obratlů, vznikajících v jednotlivých tělních člancích jako prstencovité vnější zaškrcení notochordu. U vodních obratlovců přetrvává uprostřed těl obratlů souvislý notochord, u suchozemských je redukován na meziobratlové ploténky, zatímco neurální oblouky vytvářejí souvislý páteřní kanál, jímž prochází mícha. K obratlům se připojují žebra, zakládající se stejně jako obratlové oblouky obratlů na myoseptech jednotlivých tělních segmentů. Základní funkcí páteře a žeber je zpevnění tělesné stavby a poskytnutí

účinnější opory svalům zprostředkujícím stranové vychylování osy těla. Tomuto vlnivému pohybu říkáme *osní pohyb*. U skupin, které primárně nemají párové končetiny – sliznatek a mihulí, a u nichž je osní pohyb jediným typem tělesného pohybu přetrvává v plném rozsahu notochord. U všech ostatních skupin je osní pohyb kombinován s *pohybem končetinovým*, který na tělesnou stavbu klade zcela jiné nároky. Pomineme-li druhotnou ztrátu končetin u různých ryb, červorů, surýnů, hadů, slepýšů či kytovců, můžeme konstatovat, že všichni *čelistnatci mají dva páry končetin*: hrudní a pánevní. U vodních obratlovců mají podobu ploutví doplňujících nepárové *ploutve* ocasní, hřbetní a řitní, u suchozemských obratlovců jde pak o *pětiprsté končetiny* s celkem jednotnou stavbou. Podle typu pohybu mohou být tvar a funkce končetin značně pozměněny – srv. křídlo ptáků, netopýrů či ptakoještěřů, ploutev kytovců či ploutvonožců, kráčivá noha ptáků, závěsná noha netopýrů, končetiny kopytníků s redukcí počtu prstů apod.

Jedním z nejcharakterističtějších společných znaků všech obratlovců, podle něžž tato skupina má i své vědecké jméno (Craniata), je kostra hlavy - **lebka** (*cranium*). Je to složitý útvar vznikající spojením tří odlišných soustav: (a) chrupavčitá (primární) mozkovna (*neurocranium*) – chrupavčitý kryt mozku a hlavních smyslových orgánů hlavy, (b) *viscerocranium* – původně chrupavčitá opora žaberních štěrbin – žaberní oblouhy, žaberní koš. U čelistnatců je první oblouk přeměněn na primární čelisti, druhý se rozpadá na závěs čelistí, připojující čelistní aparát k mozkovně a spodní část jazylkovou. (OBR) Zbylé žaberní oblouky nesou u rybovitých obratlovců funkční žábra, u suchozemských se mění na hrtanové chrupavky.

(c) Třetí složkou lebky, typickou pro většinu čelistnatců (s výjimkou paryb) je *dermatocranium* - soubor plochých krycích kostí, vznikající z podkožního vaziva, který překrývá a zatlačuje kosti chrupavčité lebky. (d) Nezanedbatelnou součástí lebky je chrup (*dentice*) – soubor specificky tvarovaných zubů s charakteristickou vnitřní stavbou (viz obr.), které vyrůstají zpravidla v několika generacích na hraně čelistních kostí, u ryb i na dalších kostech *viscerokrania* (srv. pažerákové zuby kaprovitých na posledním žaberním oblouku).

Mezi nejvýznamnější znaky obratlovců patří extrémní rozvoj nervové soustavy a její funkční i tvarové rozčlenění. Základními složkami tu jsou (a) centrální **nervový systém** (CNS): mozek a mícha, (b) periferní systém (PNS) koordinující činnost kosterního svalstva a zajišťující přenos informace mezi CNS a povrchem těla a (c) autonomní či vegetativní systém koordinující činnost útrobních orgánů a hladké svaloviny. Mícha, uložená v páteřním kanálu, má u všech obratlovců podobu nervové trubice s výraznou

metamerní segmentací. V každém segmentu z ní odstupuje pár dvoukořenných míšních nervů (hřbetní kořeny vedou smyslové dráhy do CNS, spodní kořeny vedou dráhy ovládající svalový pohyb). Stejně jako v mozku i v míše rozlišíme bílou a šedou hmotu, v míše je však šedá hmota, tvořená těly neuronů, rozložena uvnitř – kolem stěn míšního kanálu, zatímco myelinisovaná nervová vlákna, tvořící bílou hmotu, probíhají na povrchu míchy. V mozku je uspořádání spíše opačné – bílé myelinisované dráhy se sbíhají do středu a mohutné shluky neuronů, tvořící zde jednotlivá integrační centra, se tak dostávají na povrch mozku. Všichni obratlovci mají pětidílný mozek shodné stavby – i když úrovní rozvoje a specifikami vnitřní stavby se jednotlivé skupiny nemálo odlišují. Přední oddíl mozku – koncový mozek (telencephalon) je párový a vybíhá do párového čichového orgánu. U odvozenějších skupin se koncový mozek stává sídlem paměti a hlavní integrační strukturou. Mohutně se zde rozšiřují jeho povrchové složky – kůra, i podkorová centra. Dalším oddílem mozku, navazujícím na koncový mozek je mezimozek (diencephalon). Jeho základní funkcí je zpracování optické informace. Odstupuje odsud párový zrakový nerv, který se rozšiřuje do sítnice komorového oka, které je svou stavbou i integračními funkcemi vlastně již součástí mozku. Navazující oddíl – střední mozek (mesencephalon) slouží pak k analýze a integraci různých smyslových podnětů. Na spodu mezimozku leží struktura nazývaná hypothalamus. Zajišťuje vzájemnou koordinaci různých životních funkcí, řídí teplotu těla a celkovou úroveň metabolismu. V bezprostředním sousedství hypothalamu leží podvěsek mozkový – hypofýza. Hypofýza je hlavním koordinačním centrem hormonální regulace a vylučuje celou řadu různých hormonů ovlivňujících další orgány hormonální regulace – žlázy s vnitřní sekrecí (např. štítná žláza, slinivka břišní, nadledvinky, varlata, vaječníky aj.). Další návazné oddíly mozku – prodloužená mícha (myelencephalon) a mozeček (rhombencephalon) zpracovávají informace ze smyslových orgánů polohových (polokruhové chodby a blanitý labyrint vnitřního ucha) a orgánů registrujících vibrace prostředí (postranní čára vodních obratlovců, sluchový orgán suchozemských skupin) a koordinují polohu a vnitřní poměry těla (včetně funkcí autonomního systému).

Trávicí soustava zahrnuje (a) prostornou ústní dutinu, u čelistnaticů vybavenou zpravidla ozubenými čelistmi, (b) hltanový prostor (u ploutvovců se žaberním aparátem a postranními otvory – žaberními štěrbinami), (c) jícnem přecházející do vakovitého žaludku (chybí u bezčelistných), (d) dvanácterník, úsek, do něž ústí vývody trávicích žláz – jater a slinivky břišní a (e) vlastní střevo, ústící do (f) řitního otvoru. U mihulí a paryb se uvnitř střeva nachází zvláštní útvar – spirální řasa, výrazně zvětšující

vstřebávací plochu střevní sliznice, u ptáků a savců se setkáváme s jinými úpravami (slepá střeva apod.). U plazů a ptáků ústí řiť do kloaky – prostorné dutiny, kam ústí rovněž močovod a vývody pohlavních žláz a kde probíhá zpětné vstřebávání vody.

Dýchání zabezpečují u mihulí a sliznatek párové žaberní váčky, u ostatních ploutvovců pak složitý systém žaberních lístků, které buď přímo přirůstají na kosti žaberních oblouhů (paryby), nebo vytvářejí hřebínkovitě zpeřené lamely, k žaberním obloukům jen volně ukotvené. U larev bichirů, dvojdyšných ryb a mloků jsou vyvinuty tři páry vnějších žaber. U dvojdyšných a čtyřnožců přebírají roli hlavního orgánu dýchání plic, vychlipující se z přední stěny jícnu. Vývojově nejsou nijak příbuzné plynovému měchýři paprskoploutvých ryb, který má spíše hydrostatickou funkci. Výměnu plynů v žábrech i plicích zajišťuje systém krevních kapilár a krev s červeným krevním barvivem – hemoglobinem, u čelistnatců vázaným na zvláštní buňky červené krvinky. V krvi nacházíme i řadu dalších buněk, obecně nazývaných bílé krvinky, které hrají podstatnou roli v udržování vnitrotělního prostředí. Zvláštní postavení mezi nimi mají lymfocyty, základní buňky systému imunitní obrany organismu, vznikající ve specializovaných lymfoidních orgánech (brzlík, lymfatické uzliny, apod.).

Dýchání a **krevní oběh** patří mezi hlavní vegetativní funkce, zcela nezbytné pro chod organismu. Centrem oběhového systému je *svalnaté srdce*, sestávající se z vakovitého žilného splavu, předsíně a svalnaté komory, jejímiž stahy je krev vytlačována do mohutné společné tepny – aorty. U ploutvovců se aorta rezevětjuje na tepny procházející žábry a přinášejícími odsud okysličenou krev do hlavy a k útrobním orgánům. Žíly vedoucí odkysličenou krev k srdci se spojují do mohutné dolní a horní duté žíly, které se spojují do společného žilného splavu. U čtyřnožců se srdce rozšiřuje o *plicní oběh* a pravá a levá předsín i komora se posléze oddělují zvláštními přepážkami.

Orgánem **vylučování** metabolických zplodin, vody a solí jsou *ledviny*. Původně jde o metamerně stavěný orgán jehož hlavním prvkem je vlásečnicové klubíčko – glomerulus, jehož stěnami je osmotickým spádem vylučována voda a přebytečné metabolity do vývodního kanálku – *močovodu*. Tato stavba naznačuje, že podstatným úkolem vylučovacího systému bylo původně vylučování přebytečné vody, a tedy, že předci obratlovců obývali nikoliv mořské, ale sladkovodní prostředí. Tuto úvahu podporují i osmotické vlastnosti krve – je řidší než mořské voda. U odvozených skupin se stavba ledvin značně komplikuje a ztrácí původní metamerní uspořádání. Vedle osmoregulační funkce přebírají ledviny i řadu dalších úkolů – např. kontrolu koncentrace různých solí

v tělních tekutinách a odstraňování jedovatých produktů látkové výměny – tím je především *amoniak*. U většiny ploutvovců, kde není nutné nijak hospodařit s vodou lze nežádoucí dopad amoniaku omezit jeho zředěním a moč, produkovaná ledvinami má tak charakter řídkého čpavkového roztoku. U čtyřnožců, kteří se naopak ztrátám vody musí účinně bránit, bylo nutné amoniak převést na nejedovatý produkt. U obojživelníků, některých plazů a savců je jím *močovina*. Ta je dobře rozpustná ve vodě a z těla jí lze vyloučit pouze ve formě roztoku. U ještěřů a ptáků dospěl ovšem vývoj ještě dál: jejich moč tvoří obtížně rozpustná *kyselina močová*, kterou po vstřebání vody v kloace lze vyloučit v bezvodé formě, takřka bez jakékoliv ztráty tekutin. Díky tomu, ještěři, hadi a mnozí ptáci vlastně téměř nemusí pít.

Rozmnožování: Všichni obratlovci jsou *odděleného pohlaví*, u mnohých bezblanných a některých plazů setkáváme se ovšem s parthenogenesí (vývoj z neoplozených vajíček) i s případy tranzitivního hermafroditismu (změna pohlaví v průběhu života jedince). Samčí i samičí gonády (varlata a vaječníky) se zakládají totiž zcela shodně (metamerně a v bezprostřední prostorové i funkční souvislosti s orgány vylučovací soustavy). K jejich funkční diferenciaci dojde teprve působením *pohlavních hormonů*: testosteron stimuluje buněčný růst a vznik samčích gamet – spermií, estrogen zpomaluje buněčný cyklus a vede k vývoji velkých buněk bohatých žloutkem – vajíček. O tom, který z těchto hormonů se v embryogenesi uplatní více rozhoduje genotypická konstituce: kombinace *pohlavních chromosomů XY* zaručuje vznik samčího jedince, kombinace XX jedince samičího. Tak je tomu u savců (tento systém XY označujeme někdy jako typ *Drosophila*), u ptáků a plazů je tomu naopak – heterogametním pohlavím jsou tu samice (pohlavní chromosomy tu označujeme ZW, typ *Abraxas*). U obratlovců se tedy v převažující míře setkáváme s *genotypickým určením pohlaví* prostřednictvím pohlavních chromosomů. Samčí a samičí gonády mají zvláštní vývody, které se zakládají současně a teprve později jeden z nich mizí. Vývody ústí v blízkosti ústí močovodů – u mihulovců, ryb nebo žab, kde oplození je vnější, na močopohlavní bradavce. U skupin s vnitřním oplozením je situace složitější. Typické je zde rozšíření koncové části pohlavních vývodů samice (kloaka, uterus apod.) a vznik samčích kopulačních orgánů, specifických pro jednotlivé skupiny. U paryb je to vnitřní část ocasních ploutví (pterygopody), u plazů párový hemipenis, u ptáků vychlípitelný záhyb kloaky, u savců erektilní penis většinou vyztužený zvláštní kostí, nazývanou bakulum. Díky vnitřnímu oplození je možné vajíčko vybavit množstvím zásobního žloutku a různými ochrannými obaly a vyhnout se tak úskalím larválního vývoje. U řady skupin

mohla se pak rozvinout i další forma ochrany zárodku – *živorodost*. V typickém provedení je zpožděno kladení vajec, která jsou snášena až těsně před vylíhnutím mláďat (*vejcoživorodost*), tak je tomu např. u mnohých žraloků, ještěřů i hadů (např. naše ještěrka živorodá, zmije nebo slepýš), v složitějších případech probíhá v těle matky i další larvální vývoj (mlok, červoři, různé paryby) a nejdokonalejší formou je pravá *placentální živorodost*, kdy dochází k propojení tkání matky a zárodku zvláštním vyživovacím orgánem – placentou. Tento způsob nacházíme u savců a některých paryb. Množství zajímavých přízpůsobení nacházíme také u žab (OBR.) – ukazují nám různé cesty jak lze omezit nezbytnou vazbu rozmnožování na vodní prostředí. Skutečné přerušování této vazby a *osídlení souše umožnil* však až vznik *plodových obalů* – zvláštních embryonálních orgánů, které zapouzdřují vyvíjející se zárodek do dvojitého vaku. Vnitřní vak nazýváme *amnion* – obsahuje vodní prostředí, v němž se zárodek vyvíjí, vnější vak se jmenuje *allantois* a slouží jako odkládiště odpadních produktů metabolismu embrya, spotřebovávajícího v průběhu svého vývoje živný žloutek.

V souvislosti s rozmnožováním rozvíjí se u obratlovců neobyčejně pestrá paleta nejrůznějších dalších přízpůsobení. Jednu skupinu představují projevy i tělesné znaky, jejichž smyslem je přilákání partnera a navození žádoucího vyladění. Podstatnou roli v tomto směru hraje např. zbarvení, hlasové projevy, pachové signály a charakteristické projevy, souborně označované termínem epigamní (zásnubní) chování. Všechny tyto skutečnosti jsou zpravidla druhově specifické - jejich důležitou úlohou je připomenout charakteristiky vlastního druhu a snížit riziko chybného výběru partnera. Dalším typem přízpůsobení, jejichž rozvoj je charakteristickým znakem teplokrevných obratlovců – savců a ptáků, je aktivní péče o potomstvo. V různém stupni se s ní však setkáváme i u některých zástupců jiných skupin, některých ryb, žab a krokodýlů. S rozmnožováním souvisí úzce i charakter sociálního života obratlovců, sezónní změny v sociálním uspořádání populace a na ně vázané typy chování. Nejpestřejší projevy v tomto směru nacházíme opět u savců a ptáků.

BOX: Rozmanitost a druhové bohatství obratlovců

Ve srovnání s členovci i jinými kmeny bezobratlých jsou obratlovci skupinou druhově dosti chudou – čítají pouze něco přes 50 000 druhů. Tvoří však velmi důležitou složku společenstev nejen proto, že zahrnují nás samé a naše nejbližší příbuzné, ale i proto, že většinou jde o poměrně velké formy. I nejmenší obratlovci jsou o dost větší než průměrní bezobratlí a již tato skutečnost ovlivňuje jejich pozici v koloběhu živin a

energie. Přes polovinu druhového bohatství tvoří paprskoploutvé ryby (30 000 současných druhů) , zatímco starobylé vývojové skupiny jako sliznatky, mihule dvojdyšné a lalokoploutvé ryby jsou zastoupeny pouze několika málo druhy. Poměrně bohatou skupinou jsou i paryby (přes 800 druhů), kde více než polovinu druhů tvoří jejich nejmodernější vývojová větev - rejnoci. Podobná situace je i u dalších tříd - vývojově nejmodernější linie, které se nejvíce vymanily z vývojového rozvrhu mateřské skupiny, doznávají dnes také největšího druhového bohatství. V rámci obojživelníků (4800 druhů) jsou to žáby (4200), mezi plazi (6800) ještěři (3870) a hadi (2500), mezi ptáky (9000) pěvci (5300), mezi savci (4300) hlodavci (1750) letouni(1000).

Jako u jiných skupin, největší počet druhů žije v tropech - zde se také setkáváme s většinou starobylých vývojových linií. Mnozí z obratlovců jsou předmětem intenzivního zájmu člověka - jako zdroj potravy, různých užitkových hmot (kůže, tuk, aj.) i jako potravní konkurenti nebo možní nepřátelé (šelmy, dravci apod.). Příčiněním člověka byly tak mnohé druhy vyhubeny a řada dalších stojí na pokraji vyhubení a je předmětem soustředěné péče mezinárodních ochranných organizací jako např. Světový fond ochrany přírody (WWF). Důležitým nástrojem jsou tu mezinárodní dohody o zastavení obchodu s ohroženými druhy (CITES).

System, klasifikace a vývojová minulost

Intuitivní rozdělení obratlovců na savce, ptáky, plazi, obojživelníky a ryby, které známe již z předškolního vzdělávání patří k nejzákladnějším složkám lidského vědění o světě. Současně zahrnuje také další neméně oprávněné hledisko: zatímco všechny ryby žijí ve vodě, dýchají žábami a jejich pohybovými orgány jsou ploutve, zbylé skupiny zahrnují živočichy převážně suchozemské, dýchající plícemi vzdušný kyslík a pohybující se pomocí dvou párů pětiprstých končetin: první skupinu – ryby, proto označujeme někdy jako **ploutvovce (Pisces)**, druhou jako **čtyřnožce (Tetrapoda)**. Na rozdíl od ploutvovců jsou čtyřnožci přirozeným taxonem, monofylem. Díky množství společných znaků, které se jinde nevyskytují, podle molekulárních dat i na základě fosilních dokladů je takřka jisté, že celá tato skupina měla společného předka. Klasickým m odelovým druhem je v tomto případě devonská lalokoploutvá ryba rodu *Eusteopteron*. Skupina ryb, do níž tento rod řadíme - třída Sarcopterygii (nozdratí) , je v dnešní fauně zastoupená jednak několika sladkovodními druhy dvojdyšných ryb – bahníky, jednak skutečnou živorocí fosilií – latimerií podivnou. Od ostatních ploutvovců se nozdratí odlišují množstvím podstatných znaků, sdílených naopak se čtyřnožci (např. stavba ploutví, přítomnost vnitřních nozder - choan, plynový měchýř u nich vzniká stejně jako plíce: vychlípěním spodní stěny trávicí trubice, nikoliv horní stěny jako plynový měchýř ostatních ryb). Do této starobylé skupiny, patří tak vývojově vlastně i všichni čtyřnožci a již proto

nemůžeme ploutvovce pokládat za přirozenou vývojovou jednotku. V rámci ploutvovců odhalíme však při bližším pohledu ještě významnější vývojové předěly. Zcela zvláštní poměry, v mnohém odlišné od všech ostatních obratlovců nacházíme u mořských sliznatek, u nichž současně čtené typicky obratlovčí znaky – včetně obratlů primárně chybí. Sliznatky proto dnes pokládáme za sesterskou skupinu všech ostatních obratlovců. Dalším neméně významným rozlišením je rozdělení obratlovců na **bezčelistné (Agnatha)** a **čelistnatce (Gnathostomata)**. Druhá skupina, čelistnatci, je jasně přirozeným taxonem. Odlišuje ji celý komplex evolučních novinek: první žaberní oblouk je přestavěn na čelisti připojené k mozkovně, zpravidla opatřené zuby, mají dva páry končetin – přední a zadní, prostornou tělní dutinu, žaludek, důsledně párově uspořádané smyslové orgány, mozek rozšířený o dva míšní segmenty atd. Všechny tyto novinky podstatným způsobem rozšířily okruh možností nositelů příslušných přizpůsobení jak v ekologickém tak evolučním smyslu a neudivuje tak, že 99,9 % dnešních obratlovců náleží právě do této skupiny. Zbylá skupina, bezčelistní, je sběrným taxonem pro sliznatky a mihule. Mihule, na rozdíl od sliznatek, náleží k vlastním obratlovcům (mají páteř, imunitní reakce apod.), postrádají však znaky čelistnatců a mnohé starobylé znaky sdílí se sliznatkami: hadovitý tvar těla bez párových ploutví, nepárový čichový orgán, dýchací aparát typu žaberních váčků umístěných na vnitřní straně žaberního koše, chybí jim žaludek, apod.

Poznatky srovnávací morfologie v tomto směru dobře korespondují s výsledky molekulárně genetických výzkumů. V této souvislosti však musíme připomenout, že důležitým hlediskem, které právě u obratlovců je namíště průběžně sledovat, je fosilní záznam jednotlivých skupin a jejich vývojové minulosti. Obratlovci, díky tomu, že jejich kosterní pozůstatky se dobře zachovávají v různých typech hornin, jsou v tomto směru jednou z ideálních modelových skupin.

Nejstarší doklady obratlovců pochází z kambria a ordoviku a představují bezčelistné živočichy, jejichž tělo bylo kryto složitým kostním pancířem. Zdá se, že tito nejstarší obratlovci žili především v prostředí brakických a sladkých vod. Kostní pancíř je měl zřejmě v první řadě chránit před obřími klepátkatci, největšími predátory oné doby. Tito nejstarší bezčelistní, zahrnující několik, patrně nazávislých vývojových linií, jsou tradičně souborně označovány jako **pancířnaté ryby (Ostracodermi)**. Destičky kostěného pancíře nejstarších obratlovců mají charakteristickou stavbu, shodnou se stavbou zubu – je tu sklovina, zubovina a mohutná připojovací kost. Tato kombinace, která je metabolickým produktem kůže (pokožka - sklovina, škára - zubovina, podkožní vazivo - kost), je tedy jedním z nejpůvodnějších metabolických specifíků, se kterou se v nejrůznějších modifikacích setkáváme u všech obratlovců (plakoidní šupina paryb atd.). Kostěný pancíř skýtal sice nejstarším obratlovcům účinnou ochranu, současně je však v mnohém omezoval. Současně tak vyžadoval podstatný rozvoj pohybových a metabolických schopností a v obou směrech se tak stal pro vývoj obratlovců důležitým impulsem. V jednotlivých liniích dochází tak k různým způsobům redukce kostního pancíře, v jiných ke zdokonalování pohybových schopností a posléze tak i ke vzniku párových končetin umožňujících manévrovaný pohyb a ke vzniku čelistí, otevírajících cestu k energeticky nejhodnotnější potravě – velkým živočichům.

Mezi pancířnatými bezčelistnými se během siluru objevují skupiny, které vykazují mozaiku znaků bezčelistných i čelistnatců. Část z nich, které již bezpochyby patří k čelistnatcům, bývá vyčleňována jako zvláštní třída **pancířnatci (Placodermi)**. Tato skupina je známa od svrchního siluru, největší rozvoj

zaznamenala v devonu a ve spodním karbonu vymizela. Během devonu pancířnatce nahradily paryby. Pancířnatci ale nejsou přímými předky paryb, jsou pokládáni za sesterskou skupinu paryb i ostatních čelistnatců. Pancířnatci měli rybovitý tvar těla, hlavu a trup jim kryly kostěné desky, ocas byl pohyblivý, zakončený heterocerní ploutví, krytý šupinami. Tito živočichové žili ve sladkých vodách a později pronikli i do moře. Dorůstali velikosti od 20 cm do 10 m.

Vývoj ve všech hlavních liniích čelistnatců probíhal nezávisle, avšak pouze v jedné z nich se setkáváme s přízpusobením, která umožnila úspěšné obsazení suchozemského prostředí (dýchání vzdušného kyslíku, prodloužení a zesílení párových končetin apod.) Touto skupinou jsou **nozdratí (Sarcopterygii)** a jejich bezprostřední příbuzní – obojživelníci. Nejstarší přechodné formy (např. *Acanthostega* a *Ichthyostega*) jsou známy ze středního a svrchního devonu.

V druhohorách vznikají a doznávají bohatého rozvoje také již všechny hlavní skupiny suchozemských čtyřnožců. U některých známe z fosilního záznamu i dokonalé **přechodné články** – formy které nesou mozaiku znaků původních i moderních skupin. Mezi učebnicové příklady patří jurský *Archaeopteryx* (přechod plazi-ptáci), nebo *Triadobatrachus* z triasu Madagaskaru, spojovací článek mezi původními obojživelníky a žábami.

V druhohorách žijí sice již i savci, vůdčími živočichy jsou však různé plazi, především nejznámější z nich – **dinosauři**. S katastrofickým vymíráním na přelomu druhohor a třetihor se z této skupiny zachovává do té doby jen nepříliš významná linie – ptáci. Ti, podobně jako savci, žáby, šupinatí plazi či paprskoploutvé ryby doznávají v průběhu třetihor nemalého rozvoje. Právě tyto skupiny tvoří dnes naprostou většinou dnešních obratlovců. Vývoj v nejmladších třetihorách, stejně jako klimatické výkyvy, charakterisující čtvrtohory (střídání ledových a meziledových dob), tento rozvrh již příliš nezměnil – ještě více omezil uplatnění starobylých linií a zvětšil faktické uplatnění nejmladších vývojových větví.

Otázky:

Které z původních znaků všech strunatců nacházíme u obratlovců ?

K čemu je kůže?

Popište stavbu končetin u ploutvovců a u čtyřnožců?

Jak fungují ledviny? Co vylučují?

Proč oddělujeme mihule a sliznatky od ostatních skupin?

Čím se liší rozmnožování a vývoj blanatých (Amniota) a bezblanných (Anamnia)?

Jaké úpravy umožnily obratlovcům vystoupit na souš? Kdy k tomu došlo?

Třída: sliznatky (Myxini) 43 druhů

(1) Výlučně mořští bezčelistní s celou řadou velmi starobylých znaků. (2) S výjimkou chrupavčité pololebky nemají kostru (ani obratl), (3) nepárový nosní otvor je kanálem spojen s hypofýzou a ústní dutinou. (4) Nemají

imunitní reakce, ochranu před vnějším prostředím zprostředkuje zajišťuje sliz vylučovaný množstvím kožních žláz. (5)Dýchají žaberními váčky. (6) Vajíčka jsou velká, bohatá žloutkem, vývoj je přímý.

Sliznatky jsou výlučně mořští živočichové protáhlého hadovitého tvar těla s lysou kůží. Sliznatky dosahují délky až 1,1 m. .Osou oporné soustavy je chorda obalená více vrstvami vaziva, kostra prakticky chybí, nejsou vyvinuta ani těla obratlů. Lebka jen blanitá, žaberní koš neúplný. Svalovina je segmentárně uspořádaná a spolu s chordou se podílí na hadovitém pohybu těla. Nervová soustava je jednoduchá, s mozkem diferencovaným do pěti základních částí (prodloužená mícha, mozeček, střední mozek, mezimozek, koncový mozek). Z míchy segmentárně odstupují hřbetní a břišní kořeny míšních nervů, které se záhy spojují do jednoho smíšeného nervu (jako u ostatních obratlovců s výjimkou mihulí). Ve vnitřních uchu mají vyvinutou jen jednu polokružnou chodbu.

Sliznatky nemají odlišenou hřbetní ploutev, ústní otvor je hvězdicovitý bez pysků, s několika tykadly. Na hlavě mají zakrnělé oči překryté kůží a nepárový čichový otvor. Uvnitř ústní dutiny je mohutný jazyk s rohovitými zuby (odontoidy) a jedním velkým zubem na „ patře“. Hltan je proděravěný žaberními štěrbinami (1-16 párů), které ústí buď přímo na povrch těla nebo do zvláštního kanálu a na povrch těla pak ústí jen jedním párem otvorů posunutých dozadu. Na hltan navazuje krátký jícen, který přechází ve střevo, ve kterém chybí spirální řasa. Ze žláz s vnitřní sekrecí je vyvinuta slinivka břišní, játra, hypofýza a štítná žláza. Hypofýza je propojená kanálkem s vnějším čichovým otvorem a tento kanálek ústí do hltanu. Cévní soustava je uzavřená, srdce se skládá z žilného splavu, kam je přiváděna odkysličená krev z celého těla, dále z předsíně, komory a srdečního násadce. Odtud proudí krev do břišní aorty, která ji rozvádí přívodními žaberními tepnami k žaberním štěrbinám. Od nich je krev vedena do hřbetní aorty a rozváděna do celého těla. Vylučování zajišťují v dospělosti segmentované párové prvoledviny (opisthonefros). Sliznatky jsou oboupohlavné, ale u jednoho jedince dozrávají vždy jen pohlavní produkty jednoho pohlaví. Gonády jsou nepárové. Vajíčka jsou velká (až 20 mm) a jejich menší počet (až 30). Z nich se líhnou přímo mladé sliznatky.

Sliznatky žijí na mořském dně. Zadní částí jsou zahrabané v substrátu. Za potravu jim slouží drobní mořští živočichové, zejména mnohoštětinatí červi a měkkýši nebo požírají

uhynulé nebo poraněné ryby. Podél obou stran těla sliznatek se táhne řada otvůrků, které jsou vyústěním slizových žláz, kterými sliznatka dokáže vylučovat velké množství slizu. Sliz sliznatkám slouží k obraně (může např. zalepit skřele útočící ryby) nebo při příjmu potravy, která je při průchodu trávicím traktem obalena ve slizovém pouzdru. Sliznatkám, jako jediným obratlovcům, chybí takřka veškeré imunitní reakce a produkce slizu tak současně tento nedostatek nahrazuje.

Sliznatky jsou starobyrou skupinou, která byla dříve řazena k mihulím (do společné třídy kruhoústí). Dnes jsou nejčastěji pokládány za samostatnou skupinu bez vývojových vazeb na mihule i ostatní obratlovce. Je to skupina, která je dodnes v mnohém dosti tajemná. O biologii sliznatek je známo překvapivě málo.

Třída: mihule (Cephalaspidomorphi) 41 druhů

(1) Mihule jsou primárně sladkovodní bezčelistní, kteří (2) v dospělosti cizopasí na jiných rybách, typicky v ústí řek a v mořském prostředí. (3) Ústní otvor s pístovitým jazykem je uprostřed kruhového přísavného terče. (4) Kostru tvoří chrupavčitá mozkovna, specifické chrupavky v žaberní oblasti a oblouky obratlů. (5) Všechny mihule mají 7 párů žaberních otvorů ústíciemi do žaberních váček umístěných na vnitřní straně žaberních chrupavek. (4) Nemají žaludek, některé druhy v dospělosti nepřijímají potravu. (5) Produkují veliký počet drobných vajíček, s nízkým obsahem žloutku, vývoj je nepřímý přes larvu nazývanou minoha. Mihule se třou v horním toku řek, po vytření hynou.

Podobně jako sliznatky mají protáhlý, hadovitý tvar těla. Parazitické druhy dorůstají až 0,9 m. Kostra je chrupavčitá, málo vyvinutá. Z páteře jsou vytvořeny jen chrupavčité základy budoucích horních oblouků obratlů. Oproti sliznatkám mají rozvinutější lebku, její základna je chrupavčitá, má dvě chrupavčitá sluchová pouzdra a nepárové čichové pouzdro. Chorda je dobře vyvinutá Na hřbetní straně mají vyvinutou hřbetní ploutev. Nervová soustava má obdobnou stavbu jako u sliznatek. Kořeny míšních nervů se ale nespojují. Ve vnitřním uchu jsou vyvinuté dvě polokružné chodby. Ústní otvor je v podobě kruhové přísavky. Ústní dutina a jazyk jsou posázeny drobnými zoubky (odontoidy). Na hlavě mají mihule jeden nepárový čichový otvor spojený kanálkem

s hypofýzou, ale končí slepě a nekomunikuje s hltanem jako u sliznatek. U dospělců je vyvinutý pár očí (oči inverzní) a nepárové podkožní oči na temenu hlavy (pineální a parietální orgán). Orientaci ve vodním prostředí zprostředkovává jednoduchý orgán postranní čáry (jen řada otvůrků na bocích těla, na jejichž dně jsou smyslové buňky - viz také např. paryby). V přední části těla je 7 párů žaberních otvorů, kterými je vedena voda do žaberních váčků, které ústí (u dospělců) do slepého žaberního vaku (vznikl vychlípáním hltanu). U larev není tento oddělený vak vyvinutý a hltan slouží jak k dopravě potravy, tak i ke komunikaci přímo s vnějším prostředím. Vodu mihule nasávají, pokud jsou nepřísáté, ústním otvorem a žaberními otvory ji odvádějí ven. Pokud je mihule přísátá nasává vodu žaberními otvory a stejnou cestou proudí voda ven. Cévní soustava je obdobná jako u sliznatek, stejně jako trávicí soustava. Ve střevě je vyvinuta řasa, která zvětšuje trávicí plochu střeva. Ledviny (prvoledviny) nemají segmentární uspořádání. Mihule jsou rozdílného pohlaví. Samice nepárové gonádě produkuje větší množství drobných vajíček (5 – 40 tis.). Oplození je vnější. Z vajíček se líhnou larvy, které procházejí proměnou (metamorfózou).

Podle toho kde žijí v dospělosti, rozlišujeme mezi mihulemi jednak mořské druhy a jednak druhy sladkovodní. S dosažením pohlavní zralosti migrují dospělci i mořských druhů do ústí řek nebo proti proudu (tzv. anadromní migrace – viz také losos), kde se na kamenitěm dně vytírají (tření probíhá většinou jarním období). Po tření mihulei hynou. Z vajíček se vylíhnou larvy, které ve sladké vodě žijí zahrabané v hlinitopísčitéch náplavech několik let (3 – 5 let). Po této době dochází k proměně. U parazitických druhů se mladí jedinci stěhují do moře, kde nějaký čas žijí a dospívají. Napadají zde větší ryby, pomocí zoubků narušují kůži a svalovinu a vzniklou krevní kaši nasávají pístovitým jazykem. Jiné druhy však nemigrují a po metamorfóze rychle dospívají. Nepřijímají potravu, trávicí soustava zakrňuje a až do tření hladoví. Fáze dospělosti je oproti mořským druhům velmi krátká. Po výtěru mihule hynou. Takový životní cyklus má i u našejběžnější druh - **mihule potoční** (*Lampetra planeri*). Je to chráněný živočich, žije v čistých úsecích našich potoků a řek. Dorůstá kolem 15 cm.

Kontrolní otázky a úkoly

- *Stručně popiš stavbu těla sliznatky. Jak sliznatka dýchá?*
- *Stručně popiš stavbu těla mihule. Jak mihule přijímají potravu?*
- *Vyjmenuj hlavní rozdíly mezi sliznatkou a mihulí.*
- *Popiš tření a vývoj mihulí. Jak se liší způsobem života sladkovodní a mořské druhy?*

- *Jaký vývoj mají sliznatky a jaký mihule. Která skupina má larvu, která prodělává proměnu?*

-

Podkmen: čelistnatci (Gnathostomata) Do této skupiny patří naprostá většina obratlovců. Jejich společným znakem je (1) **přítomnost párových končetin** a (2) **čelistí, spojených s lebkou**. OBR – schematické srovnání

Třída: paryby (Chodrichthyes) 900 druhů

Paryby jsou velcí ploutvovci, v naprosté většině mořští. (1) Kostra je mohutná, lebka, čelisti, páteř i kosti končetin jsou chrupavčité, kostní tkáň zcela chybí. Struna hřbetní je zachována po celý život. (2) Tělo kryjí plakoidní šupiny shodné stavby se zuby (sklovina, zubovina). (3) Žaberní aparát ústí na povrch těla příčnými žaberními štěrbinami (s výjimkou chimér kde je společná krycí kost). (4) Žaberní aparát je uložen vně žaberních oblouků, tvoří jej žaberní přepážky na něž přímo narůstají vlastní žaberní plátky. (5) Mají zachovanou žaberní štěrbinu za čelistním obloukem (spirakulum). (6) Paryby jsou vybaveny dokonalými smysly (vynikající je chemický smysl nebo vnímání elektrického pole), mají poměrně velký mozek. (7) Paryby nemají plynový měchýř, hydrostatickou funkci plní játra. (8) Ve střevě je vytvořena spirální řasa. (9) U všech je oplození vnitřní, samci mají vytvořené zvláštní kopulační orgány - pterygopody. (10) Paryby jsou dlouhověké, mají malý počet velmi velkých vajec, u různých skupin se navíc setkáváme s nejrůznějšími typy živorodosti.

Přestože paryby vznikly patrně ve sladkých vodách, takřka všechny dnešní formy jsou mořské. Rozdělujeme je na **chiméry** a **příčnoústé**. Chiméry jsou starobylá, dnes jen nepočetná skupina, příčnoústí – žraloci a rejnoci – jsou skupinou poměrně moderní s množstvím druhů.

Tělo paryb je protáhlé, vřetenovité hlavním orgánem pohybu je ocasní ploutev heterocerčního typu (zvětšený horní lalok). Výjimkou jsou rejnoci s plochým diskovitým tělem a redukovanou ocasní ploutví. Kromě párových hrudních a břišních ploutví mají paryby podobně jako jiní rybovití čelistnatci dvě hřbetní ploutve, jednu řitní ploutev. Na hlavě mají dobře vyvinuté oči, ústa mají umístěná příčně na spodní straně hlavy protáhlé v rostrum s množstvím smyslových orgánů (chemorecepce, elektrorecepce). Za hlavou mají paryby většinou 5 (někdy i 6 nebo 7) žaberních štěrbin. U rejnoků jsou žaberní štěrbiny na břišní straně těla, postranní ploutve splývají do jednotné plochy, jejíž vlnění je u rejnoků základním zdrojem pohybu. Tělo příčnoústých je kryto souvislou vrstvou nepatrných zoubků (kůže žraloků byla používána jako smirkový papír). Říká se jim plakoidní šupiny. Mají stejnou vnitřní jako mohutné, průběžně vyměňované zuby vyrůstající ze záhybu na hraně čelistí. Kostra – páteř, lebka a kosti končetin. Je tvořena výlučně chrupavkou. To umožňuje parybám zvětšovat tělesnou velikost bez masivního přísunu vápníku a ve srovnání s jinými ploutvovci také dosahují značných rozměrů. Postupně chrupavka ztvárňuje, avšak skutečná kost – složitě uspořádaná lamelární struktura fungující současně jako aktivní zásobárna vápníku pro různé metabolické děje – tu chybí. Chorda je zaškrcená, obratle jsou amficoelní. Lebku tvoří mozkovna se smyslovými pouzdry k níž je poměrně volně připojen mohutný čelistní aparát: dolní a horní čelist, nesoucí zuby a kost, která čelisti připojuje k mozkovně (hyomandibulare). a je beze švů, složená ze dvou částí (neurokranium, viscerokranium). Je vytvořená kostra končetin. Tvoří ji kostra pásma lopatkového a pánevního a kostra volné končetiny. Nervová soustava je na rozdíl od bezčelistnatých rozvinutější. Z míchy odstupují segmentárně párové míšní nervy, na bázi tvořeny dvěma kořeny. Mozek má dobře vyvinutou část koncového mozku – především čichové laloky a velký mozeček (u žraloků) související s pohybovou aktivitou. Z mozku vychází 10 párů hlavových nervů. Za smyslových orgánů mají paryby vyvinuto vnitřní ucho s třemi polokružními chodbami a vejčítým váčkem a kulatým s lagenou. Je vytvořena postranní čára, sestávající z trubicovitého kanálku na bocích těla a řady větví s otvůrkami komunikujícími s vnějším prostředím na hlavě. Postranní čára slouží k orientaci ve vodním prostředí. Shluky nervových buněk na dně kanálku reagují na změny tlaku okolní vody a její proudění. Velkou část smyslové informace zprostředkují i elektroreceptory na hlavě. Ty vnímají např. slabé elektrické pole kořisti. Oči jsou dobře vyvinuté. Čichové orgány tvoří dva čichové váčky, nozdra jsou rozdělené přepážkou. Za žláz je vytvořena štítná žláza, hypofýza, nadledviny, velká játra, žlučník, slezina a slinivka břišní. Trávicí soustavu

kromě úst, ústní dutiny, hltanu, krátkého jícnu tvoří také objemný žaludek a střevo se spirální řasou, které končí konečníkem. Žaberní štěrby oddělují žaberní přepážky, na které přirůstají žaberní plátky. Žaberní aparát je vně žaberních oblouků. Voda je nasávána ústním otvorem a prochází přes žaberní sliznici žaberními štěrbinami ven (u rejnoků je voda nasávána přes spirakulum). Cévní soustava je uzavřená, srdce má stejné části jako u mihulí, je uloženo v chrupavčitém pouzdře (osrdečnicková schránka). Za komorou je vytvořený srdeční násadec. Srdcem prochází odkysličená krev a je hnána k žabernímu aparátu. K vylučování slouží párové ledviny - opistonefros, jejich vývody se spojují a ústí za řitním otvorem. Paryby jsou odděleného pohlaví, varlata většinou srůstají, vaječník je vyvinutý jen jeden. Oplození je vnitřní. Děje se pomocí pářících orgánů samců (pterygopody). Paryby se rozmnožují vajíčky obalenými rohovitou schránkou nebo jsou živorodé. Vývody pohlavních a močových cest a střevo ústí do kloaky.

Rozmnožování paryb je velmi zajímavé. U všech je vnitřní oplození, velmi malý počet potomstva a množství důmyslných přizpůsobení k jeho ochraně. Většina druhů je živorodých. Vejcorodé druhy opatřují vejce masivní rohovitou schránkou (druhově specifického tvaru). Některé jsou hranaté se spirálovitě utvářenými vláknitými výběžky v rozích, u jiných jsou šroubovitě. Pomocí výběžků fixují žraloci vejce do skalních štěrbin nebo vodní rostliny. Vývoj trvá až několik měsíců a embrya během této doby tráví mohutný žloutkový váček. U některých druhů (těch je velmi málo) jsou vejce zadržována po určitou dobu v těle samice, kde se vyvíjejí a jsou kladena v momentě, kdy se embryo již líhne a je schopné samostatné existence (tzv. vejcoživorodost). Druhou, rozšířenější strategií rozmnožování je živorodost, která je rozvinuta hlavně u pelagických druhů, které by neměly mnoho příležitostí ke kladení vajec při pobřeží.

I u živorodosti rozlišujeme několik typů. U základního typu samice rodí mláďata s velkým žloutkovým vakem, který mladí žraloci tráví až několik týdnů (jsou tím také omezeni v pohybu). Dalším typem živorodosti je tzv. nitroděložní kanibalismus, kdy vylíhlá mláďata zůstávají dlouho v děloze matky, konzumují vejce, která matka průběžně uvolňuje z vaječníku a jestliže rychlost uvolňování vajec není dostatečná, požírají ostatní, méně vyvinutá mláďata. Jiným způsobem výživy zárodka je vytvoření tzv. žloutkové placenty, kdy je embryo spojeno s matkou „pupeční šňůrou“ a přímo vyživováno. Posledním způsobem nacházíme u rejnoků (trnuchy), kdy je zárodek vyživován mléčným sekretem, který je zvláštními výběžky dělohy samice přiváděn přímo do spirakula malého rejnoka. Paryby žijící v moři mají tělní tekutiny vzhledem

k mořské vodě mírně hypertonické (jinak je tomu u ryb). Odpadní produkty látkové výměny (močovina a další látky) paryby téměř nevyklučují, ale shromažďují v těle. K vylučování solí jim slouží tzv. rektální žláza před konečníkem. Do těla naopak proniká jen malé množství vody žábrami a ústní dutinou. Paryby vylučují jen málo moči.

Nejstarší zbytky paryb známe z prvohor ze siluru a z devonu. Přímého předka paryb neznáme.

Podtřída: **chiméry** (Holocephali)

31 druhů

Chiméry jsou podivní živočichové, s nápadně velkou hlavou a velikýma očima. I když se ve většině znaků shodují s popisem třídy, v mnohém se od ostatních paryb liší. Setkáváme se u nich s podivnou mozaikou neobyčejně starobylých znaků (souvislá chorda, chybějí těla obratlů a žebra) a znaků, které připomínají spíše moderní skupiny ploutvovců (krycí kosti, redukce plakoidních šupin). Jsou mořští, žijí v hloubkách až několika set metrů. Kůže je lysá. U samců jsou zbytky plakoidních šupin jen kolem břišních ploutví a na přívěscích na hlavě. Dospělci nemají spirakulum, žaberní štěrby jsou kryté nepravým žaberním víčkem. Nemají kloaku. Chiméry jsou odděleného pohlaví, samci jsou menší. Při páření se samic přichycují výběžky na hlavě. Vajíčka jsou velká, uzavřená v rohovité schránce.

Je to stará skupina, známá již z devonu. V dnešní fauně je zastoupena již jen zbytková skupina několika málo druhů. Největší z nich měří kolem 1,5 m, nejznámějším je chiméra hlavatá (*Chimaera monstrosa*), která dorůstá 1 m.

Podtřída: **příčnoústí** (Elasmobranchii)

9 řádů, 820 druhů

Celková charakteristika podtřídy se shoduje s charakteristikou třídy paryby. Od předcházející podtřídy se liší některými znaky. Mají proudnicovité nebo sploštělé tělo, dýchají pomocí 5 – 7 párů žaberních štěrbin otvírajících se přímo na povrch, mají vyvinuté spirakulum. Chorda je zaškrcená a je zachována mezi amficoelními obratli. Obratle nesou žebra. Do podtřídy příčnoústí řadíme celkem 9 řádů, do kterých patří 820 druhů (360 žraloků a 460 rejnoků).

Příčnoústí obsadili v mořském a jen v malé míře i sladkovodním prostředí nejrůznější ekologické niky. Vyvinuly se v typy žijící ve vodním sloupci (pelagické), které se živí buď

jako filtrátoři drobné potravy (žralok veliký) nebo jako nenasytní dravci (žralok bílý, žraloun modravý, žralok tygří), v typy hlubokomořské typy, které dokáží žít i v místech se sníženým obsahem kyslíku, v druhy žijící při pobřeží u dna a lovcí různou drobnou potravu (paryby schopné drtit i tvrdá těla korýšů, lovit hlavonožce a drobné ryby). Tito potravní specialisté mají také vyvinuté různé adaptace k tomuto způsobu života i lovu potravy včetně různých typů zubů, tvaru těla, velikosti ploutví, fyziologických adaptací atd.

Mezi nejznámější řády příčnoústých patří:

Řád: **žralouni** (Carcharhiniformes). Mezi ně řadíme skvrnité žraloky máčky, se kterými se můžeme setkat i ve Středomoří u pobřeží. Známým druhem je **máčka skvrnitá** (*Scyliorhinus canicula*), která dorůstá jen kolem 70 cm a živí se mořskými bezobratlými, které loví u dna. Člověku není nebezpečná. Do stejného řádu patří také **žralok modravý** (*Carcharhinus glaucus*), který patří mezi větší druhy. Dorůstá až 4 m a můžeme se s ním setkat i ve Středozezemním moři. Živí se tuňáky a makrelami, ale může ohrozit i člověka, když se zatoulá na mělčiny u pláží. Některé další druhy z tohoto rodu mohou vplouvat i do velkých řek (Zambezi, Ganges). Zvláštní skupinou jsou žraloci kladivouni, kteří se vyznačují zvláštní do stran rozšířenou hlavou. Dorůstají až kolem 4 m, živí se rybami, ale mohou být nebezpeční i člověku.

Řád: **obrouni** (Lamniformes). Patří sem různé druhy žraloků, ze kterých je velmi známý žralok bílý (*Carcharodon carcharias*), který dorůstá až 8 m. Patří mezi velmi dobré plavce a je to dravec lovcí větších druhů ryb, ploutvonožců nebo napadá i kytovce. Velikostí vyniká **žralok veliký** (*Cetorhinus maximus*), jeden z největších žraloků. Dorůstá až 15 m a dosahuje hmotnosti 8 000 kg. Patří mezi planktonožravé druhy. Má zvětšené žaberní štěrby a na žaberních obloucích vytvořené dlouhé výběžky sloužící k filtraci vody. Je to člověku neškodný obr stejně jako **žralok obrovský** (*Rhincodon typus*) z řádu Orectolobiformes, který patří mezi největší žijící obratlovce. Dosahuje až 20 m délky. Živí se také drobnější potravou (měkkýši, korýši, drobné ryby). Je neškodný.

Řád: **ostrouni** (Squaliformes). Ostrouni jsou drobní žraloci, kteří se většinou pohybují v hejnech a loví drobné ryby jako sledě nebo sardinky. Jejich charakteristickým znakem jsou ostré trny před hřbetními ploutvemi, které jsou napojeny na jedovou žlázu. Nejznámějším druhem je **ostroun obecný** (*Squalus acanthias*), který dorůstá až 1 m. Žije i ve Středozezemním moři.

Řád: **rejnoci** (Rajiformes). Rejnoci jsou pouze jednou z vývojových linií ostrounů, je to však nejmodernější a se 460 druhy také vůbec nejbohatší skupina paryb. Od všech ostatních paryb se nápadně liší stavbou těla původně přizpůsobenou k životu na dně. Jejich tělo je zcela ploštělé, diskovité, žaberní štěrby jsou na spodní straně těla. Na hlavě za okem mají rejnoci spirakulum. Při dýchání nasávají vodu spirakulem a vypouštějí ji přes žaberní štěrby. Z původního uspořádání jsou zachováni jen malé hřbetní ploutve, ocas se nepodílí na pohybu a je většinou bičovitě protáhlý. Prsní ploutve splývají vepředu s hlavou a na zadním konci s trupem až k ploutvím břišním. Připomínají jakási křídla, kterými rejnoci při rychlejší plavání „mávají“ a při pomalém pohybu jen vlní jejich okraji. K výrazné úpravě došlo u zubů, které splynuly ve dvě žvýkací plochy, které slouží k drcení kořisti (měkkýši, korýši nebo ryby). U některých

druhů došlo k přeměně části hřbetní svaloviny v mohutné elektrické orgány. U rejnoků je vyvinuta velmi výrazné schopnost barvoměny. Dokáží dokonale splynout s podkladem a uniknout pozornosti dravců i oklamat možnou kořist. Rejnoci jsou v první řadě obyvateli mořského dna.

Jedním z nejběžnějších druhů rejnoků je **rejnok ostnatý** (*Raja clavata*), který patří do nejpočetnější čeledi z tohoto řádu. Má výrazně kosočtverečný tvar těla, s dlouhým bičovitým ocasem. Dorůstá až 1,2 m (samice). Žije v evropských mořích, např. v Černém moři, v menších hloubkách do 100 m. Patří mezi průmyslově ceněné druhy. Loví se pro chutné maso. Jiným známým druhem rejnoka **trnucha obecná** (*Dasyatis pastinaca*) s bičovitým ocasem, který nese na své hřbetní straně mohutný trn spojený s jedovou žlázou. Tomuto druhu rejnoka chybí hřbetní ploutve. Můžeme se s ním setkat také v oblasti Středozemního moře. Dorůstá až 2,5 m. Trnuchy patří mezi rejnoky s převážně noční aktivitou, kdy přes den jsou většinou zahrabány ve dně. Tím mohou být nebezpeční pro člověka, která na ně může snadno šlápnout a poranit se. Zajímavý je způsob rozmnožování, kdy embrya se vyvíjejí v těle samice a jsou vyživují se sekretem vylučovaným ze stěny dělohy. Do této skupiny patří i sladkovodní druhy rejnoků. Skutečnými obry v řádu rejnoků jsou rejnoci manty. Největším z nich je **manta obrovská** (*Manta birostris*), která dosahuje šířky až 6,5 m a hmotnosti kolem 2 t. Žije v teplých mořích, např. u Severní Ameriky. Na rozdíl od rejnoků z jiných skupin patří manty mezi výborné plavce. Dokáží se dokonce vymršťovat nad hladinu. Zajímavý se i jejich život v párech a péče samice o mláďata. Manty se živí převážně planktonní potravou. K největšímu rozvoji elektrických orgánů u rejnoků došlo u skupiny parejnoků. **Parejnok elektrický** (*Torpedo marmorata*) je druhem, se kterým se můžeme setkat i ve Středomoří. Tvar těla má téměř okrouhlý a dorůstá velikosti až 1 m. V oblasti za hlavou má vytvořené mohutné elektrické orgány, kterými dokáže vyvinout výboj o síle až 200 V. Pomocí výbojů se dokáže bránit i lovit kořist. Přečodnou formou mezi žraloky a rejnoky je skupina pilounů. Jsou to žraloci s protáhlým jen mírně sploštělým tělem. Hlavu mají protaženou v dlouhé rostrum, po stranách opatřené řídkými zuby („pila“), které jim slouží k rozhrabávání dna při hledání potravy (korýši, měkkýši). Pohyb pilounů je podobný jako u žraloků, pomocí ocasu a ocasní ploutve. Žijí v tropických mořích a dosahují délky až 10 m. nejnámějším druhem je **piloun obecný** (*Pristis pectinatus*). Ten dorůstá až 5 m a patří k těm druhům, které někdy vplouvají i do řek.

Kontrolní otázky a úkoly:

- *Charakterizujte chiméry – čím se liší od příčnoústých?*
- *Jak se od sebe liší žraloci a rejnoci – porovnejte způsob života, tvar těla, dýchání a pohyb.*
- *Čím jsou paryby užitečné člověku?*
- *Které jsou hlavní znaky paryb?*
- *Kdy se paryby objevily?*
- *Jaké způsoby rozmnožování znáš u paryb?*

Třída: **paprsoploutví** (Actinopterygii) 25 000 – 30 000 druhů

Do této nejpočetnější skupiny obratlovců spadá většina zvířat, které obvykle nazýváme „ryby“. Jsou to výlučně vodní živočichové, jejichž (1) tělo je kryto kostěnými šupinami bez skloviny, (2) chrupavčitou lebku doplňuje složitá soustava plochých krycích kostí. Mají (3) 4 páry žaber volně odstupujících od žaberních oblouků ve společné žaberní dutině, kryté plochou kostí – skřelí. (4) Na lebku navazují rovněž kosti pletence prsních ploutví, (5) páteř je pevně spojena s lebkou, obratle jsou charakteristického dvojevypuklého tvaru (amficélní). (6) Mají plynový měchýř. (7) Oplození je vnější, vajíček je zpravidla velký počet. (8) Základním znakem třídy jsou rovněž ploutevní paprsky, které nesou plochu ploutví.

Tělo paprsoploutvých je protáhlé, stranově sploštělé, hlava je zašpičatělá. Na ní se nacházejí dvě čichové jamky a čichové otvory. Oči jsou většinou dobře vyvinuty. Žábry jsou zakryté skřelemi. U primitivních forem je zachováno spirakulum. Na těle mají paprsoploutví vytvořené ploutve (jednu nebo dvě hřbetní, někdy tukovou ploutvičku, ploutve prsní, břišní, ploutev řitní a ploutev ocasní). Někdy se vytváří ploutevní lem. Ocasní ploutev může být buď – homocerní (většina zástupců) nebo heterocerní (chrupavčití). Ploutevní paprsky jsou dvojího typu – tvrdé (nevětvené) a měkké (větvené). Počty paprsků obou typů jsou důležitým znakem při určování ryb. Ocasní ploutev je hlavním hnacím motorem při pohybu této skupiny ryb. Tělo kryjí kostěné šupiny – u primitivních skupin jsou to ganoidní šupiny, u ostatních cykloidní (mají hladký okraj) a ktenoidní (se zoubky na zadním okraji). Lebka je velmi složitá, vytváří se na ní navíc řada krycích kostí kožního původu, součástí obličejové části lebky je i kostra 5 párů žaberních oblouků. Páteř je tvořena z amficoelních obratlů a doplňují ji vyvinutá žebra. Prsní ploutev je napojena na lopatkové pásmo (připojené k lebce) a břišní ploutve se napojují na jednoduché pánevní pásmo. Svalovina trupu a ocasu je uspořádána v segmentech (myomery), mezi segmenty jsou často vytvořeny drobné kůstky. Z části svaloviny někdy vznikají elektrické orgány. Mozek ryb je dobře rozlišený na pět základních částí, kdy největší částí je střední mozek. Koncový mozek je malý a je sem soustředěno čichové centrum. Mozeček je naopak velmi vyvinutý, což souvisí

s pohybovou aktivitou ryb. Z mozku odstupuje 10 párů hlavových nervů, z míchy pak segmentárně míšní nervy (jsou párové). Vnitřní ucho má podobnou stavbu jako u jiných obratlovců (tři polokružné chodby na koncích rozšířené v ampuly, dva váčky - utriculus a sacculus a lagenu). Důležitým orgánem je postranní čára, které se na hlavě rozvětluje (postranní čára – viz paryby). Orgány hmatu jsou soustředěny kolem úst, čichové a chuťové receptory nalezneme na stejných místech. Oči jsou dobře vyvinuté, mají stejnou stavbu jako u ostatních obratlovců. Ryby mají barevné vidění. Oko ryb je zaostřeno na blízko. Se způsobem života souvisí i stupeň rozvoje oka. Druhy žijící v naprosté tmě nebo v jeskyních oči zakrňují nebo se mohou naopak velmi zvětšit (některé hlubokomořské druhy). Žlázy s vnitřní sekrecí jsou obdobné jako u paryb. Ústní otvor má různý tvar i polohy v závislosti na druhu a způsobu příjmu potravy. Některé druhy mají vytvořené zuby. Ty jsou umístěné na kostech po obvodu ústní dutiny. Některé druhy, které nemají zuby mají na již na 4. nebo 5. žaberním oblouku tzv. požerákové zuby (obrázek), jako např. kapr. Trávicí trubice se skládá z obvyklých částí, některé druhy mají za žaludkem vytvořeny slepé výběžky, u jiných druhů jasně vymezený žaludek chybí. Dobře vyvinutý žaludek mají dravé druhy. Vlastní střevo je u různých skupin různě dlouhé, obecně u rostlinožravých druhů je extrémně dlouhé. U primitivních skupin je ve střevě vytvořena spirální řasa. Nejnápadnější žlázou jsou velká játra. Plynový měchýř vzniká vychlípěním z hřbetní strany trávicí trubice. U primitivnějších skupin je trvale spojený s trávicí trubicí, u ostatních skupin je oddělený. Funkce plynového měchýře je hlavně hydrostatická. Usnadňuje rybám plavání v různých hloubkách. Slouží i jako přenašeč vibrací při vnímání zvuků vnitřním uchem u některých druhů. Může mít i pomocnou dýchací funkci. Dýchání zabezpečováno žábry (ta mají i osmoregulační a filtrační funkci), které tvoří 5 párů žaberních oblouků, na jejichž vnější straně jsou přirostlé žaberní tyčinky, na kterých dochází k výměně plynů (obrázek). Voda k žábřám je přiváděna dýchacími pohyby. Vodu nasávají ryby ústní dutinou při zavřených skřelích a po uzavření úst je protlačována přes žábry a z pod skřelí ven. U některých druhů se vyvinulo kromě žaberního dýchání ještě několik různých typů přídatného dýchání. Dýchací funkci může mít např. ústní sliznice, zvláštní vaky vytvořené po stranách hltanu, tzv. labyrint – zvláštní nadžaberní lamelovitý orgán. Pomocným dýchacím orgánem může být i část střeva (tak dýchá náš piskoř). Posledním druhem přídatného dýchání je dýchání plicními vaky. Je rozvinuto např. u afrických bichirů (také u dvojdyšných – viz výše). Cévní soustava má podobnou organizaci jako u paryb. Jsou vyvinuty ale jen čtyři páry přívodních arterií k žaberním

obloukům a je vytvořený tepenný násadec. Vylučovacím ústrojím dospělých ryb je opistonefros. Na koncích močovodů se vytváří močový měchýř – navenek ústí na samostatné papile. Ledviny ryb mají důležitou funkci při osmoregulaci. U sladkovodních ryb vylučují velké množství moči (okolní prostředí je hypotonické) nebo naopak vodu v těle zadržují (u mořských ryb, kde je prostředí vůči tělním tekutinám ryb hypertonické). Situace je komplikovaná u těch druhů, které migrují z mořské vody do sladké nebo naopak. U mnoha mořských druhů nalézáme také světélkující orgány. Často bývají pod očima. Paprskoploutví jsou většinou odděleného pohlaví. U mnoha druhů jsou vyvinuté výrazné pohlavní rozdíly, které mohou být trvalé nebo se zvyrazňují jen v době tření působením hormonů. Oplození je u ryb většinou vnější. Vnitřní je známé např. u živorodek (např. u pavích oček nebo mečovek chovaných v akváriích). Jiker bývá velmi mnoho (u některých druhů až miliony na jednu samici) a ryby je kladou buď zcela volně nebo na nějaký substrát. U mnoha druhů je vyvinuta různě dokonalá péče o nakladené jikry i o vylíhlý plůdek.

Některé druhy staví hnízda z rostlin na dně (koljuška), pěnová hnízda na hladině (bojovnice, čichavci), kladou jikry na kameny nebo do jamek v písku, kde je hlídají (některé cichlidy), do dutin pod kameny (vranka), sbírají vytřené jikry do tlamy (cichlidy tlamovci), o vylíhlý potěr se někdy rodiče dále starají (některé cichlidy) a dokonce vyživují plůdek vylučovaným kožním sekretem (cichlidy terčovci).

Ekologie:

Ryby jsou vázány na vodní prostředí. Jejich existenci v ní ovlivňuje celá řada abiotických faktorů, jako je teplota, obsah kyslíku, obsah solí (salinita) nebo světlo a biotických faktorů jako jsou vnitrodruhové a mezidruhové vztahy, potrava, paraziti, atd. Proudění vody ovlivňuje i utváření rybího těla. Ryby si musely vytvořit řadu přizpůsobení k pohybu v proudivých nebo ve stojatých vodách. Dokonalí plavci mají vždy proudnicovitý, hydrodynamický tvar těla, který snižuje povrchové tření na nutné minimum. Ryby jsou živočichové s proměnlivou teplotou vody (tzv. poikilotermní živočichové). Teplota prostředí výrazně ovlivňuje celý život ryb (má vliv na rychlost metabolismu, rozmnožování, aj.). V extrémních případech některé mořské druhy žijící v antarktických nebo v arktických vodách jsou trvale vystaveny teplotám od -2 do 0°C . Opačným maximem jsou teploty až 52°C termálních vod, kde žijí někteří halančící, jinak většina druhů při teplotách na úrovni 30°C hyne. Při poklesu nebo při zvýšení teploty některé druhy ryb upadají do zimního (u nás např. kapr) nebo letního „spánku“ (bahníci v Africe v době sucha – zahrabávají se do bahna). Na teplotě také závisí obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě. Se zvyšující se teplotou klesá jeho obsah, ale zvyšuje se rychlost metabolismu ryb. Ryby obývající stojaté vody (kapr, karas, lín) mají většinou menší nároky na obsah kyslíku než druhy z proudivých vod (pstruh, vranka) (o dýchání viz také úvodní kapitola k paprskoploutvým). Ryby si můžeme podle jejich vztahu k množství rozpuštěných solí ve

vodním prostředí rozdělit na čtyři základní ekologické skupiny: mořské ryby (po celý život žijí v moři), sladkovodní ryby (po celý život žijí ve sladké vodě, kde se i rozmnožují), tažné (v průběhu svého života střídají sladké vody a moře, většinou do sladkých vod táhnou v období rozmnožování – lososi, jeseteři nebo naopak většinu života tráví ve sladkých vodách a do moře se vrací jen v období rozmnožování – úhoř – tahy těchto ryb bývají velmi dlouhé, až několik tisíc kilometrů) a ryby brakických vod (tyto ryby žijí většinou poblíž ústí velkých řek nebo v poloslaných jezerech ve vnitrozemí). Životu v prostředí o různé salinitě vody musely ryby přizpůsobit i svoji osmoregulační soustavu, kdy ve sladké vodě musí vylučovat velké množství vody, naopak v mořské vodě musí s vodou v těle hospodařit.

Ke svému prostředí se ryby přizpůsobily v mnoha směrech. Jednak svým zbarvením, kdy u pelagické druhy mají vždy tmavý hřbet a světlé břicho, takže při pohledu z obou směrů jsou špatně viditelné, ryby žijící v moři ve velkých hloubkách mají tělo naopak většinou celé tmavé. Řada druhů dokáže velmi dokonale přizpůsobit své zbarvení barvě podkladu. Tyto schopnosti jsou známé například u platýzů, ale v menší míře můžeme něco podobného pozorovat třeba i u našeho pstruha potočního (v místech se světlým dnem bývá světlejší, ryby ze zastíněných míst naopak bývají tmavší). Regulace intenzity zbarvení je řízena hormonálně. Jiný typ zbarvení můžeme pozorovat u našeho okouna (příčné pruhování jeho těla dobře splývá s porosty vodních rostlin, kde se často zdržuje). Ochranu rybám zajišťuje i jejich tvar těla (přizpůsobení se např. řasám – mořští koníčky nebo je chrání tvrdý krunýř – havří, ostny na těle – ježci, atd.). Zvláštním druhem ochrany mohou být i elektrické orgány některých ryb, kterými mohou dávat výboje o napětí až několika desítek voltů nebo jedové žlázy u základny paprsků hlavně hřbetní ploutve (perutýni).

Potrava ryb je většinou smíšená nebo živočišná, ale setkáváme se i s býložravými druhy. Řada druhů je v potravě nevybíravá a loví tu potravu, které je momentálně dostatek (tzv. potravní oportunisté). Převážně rostlinnou potravou se z našich druhů živí perlín ostrobřichý, nebo amur bílý (je k nám dovezený z Asie). Smíšenou potravou se živí například jelec tloušť, kapr obecný nebo plotice obecná (loví plankton, živočichy dna – zoobentos, i vodní rostliny). Mezi dravé druhy našich ryb řadíme štika, candáta nebo sumce. Ti se živí v dospělosti převážně rybami. Pokud si prohlédnete stavbu těla jednotlivých druhů tak zjistíte, že se od sebe liší v mnoha znacích. Podle potravní specializace mají různě utvářená ústa, která mohou směřovat nahoru (ouklej), koncová ústa (plotice obecná), spodní ústa (parma, jeseter), kapr má ústa vysunovatelná a dokáže jimi doslova nasávat bahno s potravou. Dravé druhy (štika, candát) mají čelisti osazeny ostrými zuby, kterými ulovenou kořist jen přidržují – polykají ji vcelku. Velmi drobnou potravou (rostlinný nebo živočišný plankton) se dokáží žít například tolstolobici (ryby dovezené z Dálného Východu). Procezování potravy z vody se děje na žaberních obloucích na filtračním aparátu tvořeném žaberními tyčinkami, které jsou u různých druhů různě početné i dlouhé v závislosti na velikosti požírané potravy. Druhu potravy se u ryb přizpůsobena i trávicí soustava (např. býložravé druhy mají v poměru k délce těla delší střevo).

O rozmnožování ryb jsme hovořili již v obecné úvodní části. Většina druhů je odděleného pohlaví. Samci bývají v době rozmnožování pestře zbarvení. Plodnost ryb může být velmi různá – od několika málo jiker až po miliony. Odkládání jiker se děje při tzv. tření ryb, místo tření se nazývá trdliště. Velikost jiker se u jednotlivých druhů velmi liší. Losovité ryby (pstruh) mají jikry velké, bohaté žloutkem, naopak kaprovité

ryby mají jikry malé, ale vytírají jich velmi mnoho, podobně i v moři tresky. Tření probíhá buď v místech, kde se ryby zdržují po celý rok, nebo některé druhy v této době podnikají dlouhé migrace (migrace lososů nebo jeseterů z moře do řek). Mezi rybami můžeme rozlišit jednak druhy, které o své jikry a vylíhlý plůdek nepečují (kapr, plotice), upravují si místo tření (lososovité ryby) nebo naopak jikry hlídají a navíc před třením staví jakési hnízdo, kdy upravují na místě tření substrát (sumec, candát) nebo staví kulovité hnízdo a hlídají jikry i vylíhlý plůdek (koljuška). Jiné druhy si na hladině staví pěnové hnízdo (rájovec, beta) a samec hlídá jikry i plůdek až do jeho rozplavání. Zvláštní způsob péče se vyvinul u cichlid – tlamovců, kde buď samec nebo samice nosí jikry i vylíhlý plůdek v hrdelním vaku a mláďata se do vaku i po určitou dobu při ohrožení vracejí. Z našich druhů má nejzajímavější způsob péče o potomstvo drobná kaprovitá rybka hořavka duhová. Samičce v době rozmnožování vyrůstá jakési dlouhé kladélko, kterým klade jikry do plášťové dutiny škeblí. Samec pak nad přijímacím otvorem vypustí mlíčí a k oplození dojde uvnitř škeble. Zde se pak vyvíjí a vylíhne plůdek, který se vyvrhovacím otvorem dostane do okolní vody. Bez přítomnosti škeblí se hořavka nemůže rozmnožovat. Řada druhů (například známé akvarijní živorodky paví očka - *Poecilia reticulata* - jsou vejcoživorodé) s vnitřním oplozením pomocí zvláštního pářícího orgánu samců – gonopodia.

Rozšíření ryb je dáno řadou abiotických i biotických faktorů prostředí (viz text výše), ale je i silně ovlivňováno činností člověka. Stavba různých překážek v podobě jezů nebo přehradních nádrží na migračních cestách ryb (vymizení lososa nebo jeseterů z našich řek), nadměrný rybolov a ohrožení řady mořských druh (některé tresky, tuňáci), zavlčení i záměrně vysazení nových druhů do nepůvodních oblastí, atd. V mořském prostředí lze ryby zařadit do tří základních oblastí výskytu: do litorálu, pelagiálu a abysálu. V našich zeměpisných šířkách můžeme ryby rozdělit na druhy tekoucích vod a zde je zařadit do tzv. rybích pásem: pstruhové, lipanové, parmové, cejnové a část ústí řek do moře se někdy označuje jako pásmo ježdíkové a platýzové. Samozřejmě ale dochází ke vzájemnému překrývání druhů žijících v jednotlivých pásmech. Kromě druhů tekoucích vod rozlišujeme i druhy vod stojatých.

Význam ryb pro člověka je velmi veliký. Jsou často pro člověka jediným zdrojem potřebných bílkovin a řada států, hlavně přímořských, je na rybách životně závislá. Proto je velmi důležitá ochrana nejen jednotlivých druhů, ale především prostředí, ve kterém žijí. Člověk se snaží ty druhy, které z vod mizí znovu vysazovat (uměle je vytírá, odkrmuje plůdek a vysazuje zpět (u nás štika, sumec, candát, střevele). Některé druhy chová v rybnících, aby dosáhl jejich mnohem vyšší produkce než ve volné přírodě. Krmí je zde, upravuje chemismus, dbá o jejich zdravotní stav. Naším tradičním druhem chovaná ryba je kapr obecný. Spolu s kaprem se chovají i další vedlejší druhy ryb, jako je štika, lín nebo candát, které tvoří tzv. smíšené obsádky a tímto způsobem se zvyšuje výnos rybníků.. U nás je tradice chovu ryb velmi stará. První zmínky o chovu jsou již ze 13. století. Největšího rozvoje u nás rybníkářství zaznamenalo v 16. století. V té době byl také vybudován náš největší rybník Rožmberk (720 ha), který vybudoval Jakub Krčín z Jelčan. Tradice rybníkářství se u nás zachovala až dodnes, i když ryby tvoří v našem jídelníčku jen jeho malou část, i když jejich maso by mělo být trvalou součástí zdravé výživy. Kromě kapra se u nás v menší míře v umělých chovech chovají i lososovité ryby (hlavně pstruh duhový a siven americký), ale jejich podíl na celkovém výnosu je dosud velmi malý.

Paprskoploutví jsou velmi početnou skupinou. Doposud bylo popsáno 23 681 druhů, ale odhaduje se, že jich je až kolem 30 – 35 000.

Nejstarší fosilní doklady známe ze svrchního siluru (jen šupiny), ve středním devonu je tato skupina již poměrně vyspělá. Koncem prvohor jde již o nejpočetnější skupinu sladkovodních obratlovců. Teprve koncem jury a v křídě osídlili paprskoploutví moře. V druhohorách doznává značného rozvoje skupina chrupavčitých ryb (sem patří dnešní jeseteři a bichiři) a první skupiny kostnatých (sem patří dnešní kostlíni a kaprouni), které se velmi rozvinuly v juře (osídlily oceány) a v křídě z velké části vyhynuly. Místo nich se pak již od jury rozvíjely další skupiny kostnatých ryb, které již ve třetihorách zcela dominovaly.

Podtřída: **chrupavčití** (Chondrostei)

Do skupiny chrupavčitých řadíme dvě skupiny – **jesetery** a **bichiry**. Mezi sebou se v některých znacích liší, ale v současné době jsou řazeny do společné podtřídy. Znaky jednotlivých skupin proto uvedeme přímo u nich.

Řád: **bichiři** (mnohoploutví) (Polypteriformes)

Druhy patřící do tohoto řádu žijí v Africe. Jejich předkové jsou známí již z prvohor. Mají kostěnou kostru a nemají rostrum. Na hřbetní straně mají řadu drobných hřbetních ploutviček. Ocasní ploutev je přechodného typu (mezi heterocerní a homocerní ploutví). Na bázi prsních ploutví mají zachovanou silnou svalovinu. Mají vyvinutý i srdeční násadec, spirální řasu ve střevě a spirakulum. Dýchají plicními vaky, jejich larvy mají vnější keříčkovité žábry. Patří sem např. rod **bichir** (*Polypterus*), žijící v Africe. Dorůstají až 1,2 m. Živí se dravě. Žijí v mělkých, zarostlých vodách. Mají převážně noční aktivitu.

Řád: **jeseteři** (Acipenseriformes)

Jeseteři jsou také starobylou skupinou. Mají heterocerní ocasní ploutev, dnešní druhy mají oproti fosilním chrupavčitou kostru, mají spirakulum, srdeční násadec, spirální řasu ve střevě. Chorda je zachovaná, z obratlů se vyvinuly obratlové oblouky. Mají plynový měchýř. Tělo jim řídce kryjí ganoidní šupiny nebo řady krycí kostěných desek. Žijí většinou v moři, jen několik druhů je sladkovodních. Největším druhem je **vyza velká** (*Huso huso*), která dorůstá až 8 m a dožívá se několika desítek let. Žije v Černém a v Kaspickém moři a ve tření migruje (jako ostatní mořské druhy) ke tření proti proudu

velkých řek, kde se tře. Je velmi ohrožena rybolovem a pytláctvím, protože z jejích jiker se vyrábí velmi ceněný kaviár. Patří k přísně chráněným druhům. Menším sladkovodním druhem je **jeseter malý** (*Acipenser ruthenus*), který žije v povodí Dunaje. Dorůstá jen kolem 50 cm. V současné době žije i na našem území v dolním toku řeky Moravy.

Jeseteři patří k nejvíce ohroženým skupinám rybovitých obratlovců vůbec.

Podtřída: **kostnatí** (Neopterygii)

Do této podtřídy patří celkem 40 řádů. Je to nejpočetnější podtřída paprskoploutvých. Hlavní znaky jsou shodné s popisem třídy. U srdce je dobře vyvinutý tepenný násadec, na bazi prsních ploutví je pouze velmi málo svaloviny. Často dochází k redukci párových ploutví. U některých skupin je zachováno spojení planového měchýře s trávicí soustavou.

Tato skupina osídlila nejrůznější typy biotopů a je morfologicky velmi rozrůzněná. Uvádíme proto jen některé nejvýznamnější skupiny, především ty, které se vyskytují na našem území.

Řád: **kostlíni** (Semionotiformes)

Kostlíni jsou starobylá skupina. Největší rozvoj zaznamenali v druhohorách, kdy většina zástupců také vyhynula. Mají zcela zkosnatělé opistocoelní obratle (tj. vepředu vypuklé) – jediné u ryb a krátký heterocerní ocas. Tělo mají pokryté kosočtverečnými, ganoidními šupinami, které se nepřekrývají. Nacházíme u nich srdeční násadec, spirální řasu ve střevě. Jako pomocný dýchací orgán u nich funguje plynový měchýř. Tvarem těla, které je štíhlé s protáhlými úzkými čelistmi, připomínají naši štika a také podobným způsobem života i žijí. Kostlíni dorůstají délky až 3 m a vyskytují se v Severní a ve Střední Americe.

Řád: **kaprouni** (Amiiformes)

Kaprouni patří také mezi starobylé skupiny rybovitých obratlovců, jako kostlíni. Na rozdíl od nich mají ale amficoelní obratle a i další stavbou těla více připomínají následující modernější skupiny ryb. Jediným zástupcem je **kaproun obecný** (*Amia calva*), žijící v Severní Americe, kde dorůstá až 1 m.

Řád: **holobřiší** (Anguilliformes)

Představitelé tohoto řádu mají protáhlé, hadovité tělo. Na břišní straně jim chybí břišní ploutve, u některých forem chybí i prsní ploutve. Většinou jsou bez šupin nebo jen s drobnými šupinami. Je známo až 350 druhů živičích se převážně dravě. Z naší fauny

sem patří **úhoř říční** (*Anguilla anguilla*) dorůstající až 1,5 m. Patří mezi druhy s noční aktivitou. Do stejné skupiny patří u obávané murény, známé i ze Středozemního moře.

Velice zajímavý je životní cyklus úhoře. Ve sladkých vodách úhoři (žijí zde hlavně samice, samci se zdržují v dolních úsecích velkých řek) dosahují poměrně vysokého věku. Když dospějí, táhnou po proudu řek do Atlantského oceánu až do oblasti Sargassového moře, kde se vytírají. Vylíhlé larvy (mají tvar těla jako list vrby) jsou nesené Golským proudem k břehům Evropy. Během této cesty, která trvá tři roky, se dostanou k Evropě. To jsou již larvy téměř přeměněné v malé úhoře, kteří opět táhnou proti proudu řek do vnitrozemí (tzv. katadromní migrace – srovnej anadromní migrace jeseterů a lososů). Znečištění a překážky na tocích brání úhořům v tahu proti proudu, a proto zde hraje důležitou roli jejich vysazování rybáři.

Řád: **bezostní** (Clupeiformes)

Ryby z tohoto řádu mají značný hospodářský význam. Patří sem 357 druhů. Tělo mají pokryté cykloidními šupinami, mají krátkou postranní čáru. V ploutvích mají vytvořené jen měkké paprsky. Zachovalo se u nich spojení plynového měchýře s trávící trubicí. Často tvoří velké, migrující hejna. Velice známým druhem je **sleď obecný** (*Clupea harengus*), který dorůstá až 30 cm. Jeho úlovek tvoří značnou část světového výlovu ryb. Maso se zpracovává solením, uzením nebo se marinují. Z dalších druhů sem patří drobné **sardinky** nebo **šproti**.

Řád: **máloostní** (Cypriniformes)

Máloostní jsou velice početný, různorodý řád. Patří sem 2662 druhů, které žijí převážně ve sladké vodě. Největší z nich dorůstají až 3 m. Mají tělo pokryté cykloidními šupinami, nebo jim šupiny zcela chybí. V ploutvích mají jen malý počet tvrdých paprsků (1-3) a zbytek paprsky měkké. Pro máloostné je typický tzv. Weberův aparát (přeměněné části prvních obratlů) – zprostředkovává přenos vibrací z plynového měchýře do vnitřního ucha). Pátý pár žaberních oblouků nemá dýchací funkci, ale přeměnil se v tzv. požerákovou kost s požerákovými zuby (obrázek.....). V našich vodách žije řada známých druhů Nejznámějším je **kapr obecný** (*Cyprinus carpio*), chovaný v rybnících. Zde jsou spolu s ním chovány i další hospodářsky významné druhy např. **lín obecný** (*Tinca tinca*). Jedinou naší dravou kaprovitou rybou je bolen dravý (*Aspius aspius*). K běžným říčním druhům patří **parma obecná** (*Barbus barbus*), vyhledávající především proudivou vodu, zavalitý a hltavý **jelec tloušť** (*Leuciscus cephalus*), drobný **hrouzek obecný** (*Gobio gobio*) nebo **mřenka mramorovaná** (*Barbatula barbatula*). V čistých potocích u nás již vzácně najdeme **střevli potoční** (*Phoxinus phoxinus*). Mezi máloostné patří i „zlaté rybky“ – ryby vyšlechtěné z **karasa stříbřitého** (*Carassius auratus*) pocházejícího z východní Asie, které se chovají v mnoha formách, včetně závojových, pro okrasu nebo **piskoř**

páskovaný (*Misgurnus fossilis*) s vyvinutým přídavným střežním dýcháním), který dnes u nás patří k silně ohroženým druhům.

Řád: **trnobřiší** (Characiformes)

Do tohoto řádu patří řada druhů většinou drobnějších ryb, z nichž se mnohé chovají v akváriích. Patří sem 1345 druhů. Největší z nich dorůstají až 1,5 m. Jsou rozšířené v Střední a v Jižní Americe a v Africe v sladkých vodách. Mají ozubená ústa a na hřbetě za hřbetní ploutví malou tukovou ploutvičku. Často žijí v hejnech. Známou skupinou jsou **pirani** (rody *Serrasalmo*, *Rygoцентrus*), které jsou velmi dravé a v oblasti Střední a Jižní Ameriky jsou obávané, protože jsou známé jejich útoky na zvířata nebo i na člověka pohybujícího se ve vodě. Kromě těchto dravých druhů jsou ale naopak známé i druhy pouze býložravé. Akvaristé chovají řadu drobných rybek z mnoha různých rodů, kterým souhrnně říkají **tetry**.

Řád: **sumci** (Siluriformes)

Do tohoto řádu patří jedny z největších sladkovodních ryb vůbec. Sumci žijí na všech kontinentech, převážně ve sladkých vodách. Dosud je popsáno 2211 druhů. Většinou mají kolem úst několik párů vousků. Tělo mají buď holé nebo kryté kostěnými destičkami. Podobně jako máloostní mají Weberův aparát. Prsní ploutve mají podepřené silným trnem. U řady druhů se vyvinulo přídavné dýchací ústrojí (např. dýchací vak). U sumců je známa řada zajímavých způsobů péče o potomstvo (samci hlídají hnízda s jikrami, samice nosí jikry na břicho nebo v tlamě a dokonce i jednoho druhu nosí jikry jeden z rodičů v žaludku). U nás žije **sumec velký** (*Silurus glanis*), který je naší největší rybou. Má dlouhou řitní ploutev, kolem úst dlouhé vousy a tělo bez šupin. U nás může dorůst délky až 2,5 m a hmotnosti přes 100 kg. Ve velkých ruských řekách může dorůst až 4 m.

Řád: **štíky** (Esociformes)

Ryby z tohoto řádu patří mezi významné dravce. Mají k tomu přizpůsobené protáhlé tělo a posunutou hřbetní a řitní ploutev dozadu. V našich vodách žije **štika obecná** (*Esox lucius*), dorůstající až přes 1 m. Má protáhlé ploché čelisti s velkými zuby, kterými si přidrží ulovenou potravu, kterou polyká vcelku. Žije osamoceně v řekách i v nádržích. Patří k důležitým druhům loveným sportovními rybáři.

Řád: **lososi** (Salmoniformes)

Do tohoto řádu řadíme mnoho hospodářsky významných druhů. Lososi mají většinou proudnicový tvar těla. Jejich tělo kryjí drobné šupiny a na hřbetě kromě hřbetní ploutve mají ještě malou tukovou ploutvičku. Z našich druhů je nejznámější **pstruh obecný** (*Salmo trutta*), žijící v proudivých, čistých tocích. Je oblíbenou sportovní rybou. Ve větších podhorských tocích žije **lipan podhorní** (*Thymallus thymallus*), který se vyznačuje zvětšenou hřbetní ploutví. Nejznámější lososovitou rybou vůbec je mořský **losos obecný** (*Salmo salar*), který v minulosti táhl proti proudu Labe až do Čech ke tření (anadromní migrace). Stavbou stupňů na řekách a vlivem znečištění vod jeho tahy v první polovině minulého století ustaly. Dnes je u nás opět vysazován a je naděje, že až doroste a vrátí se do moře se po letech opět objeví v našich vodách.

Řád: **hrdloploutví** (Gadiformes)

Do této skupiny řadíme převážně mořské druhy. Mají břišní plouve posunuté až před ploutve prsní, většinou mají na bradě jeden vous a na hřbetní straně až tři ploutve s výhradně měkkými paprsky. Hospodářsky významná skupina s velmi chutným masem (prodává se jako tzv. rybí filé). V čistých, proudivých tocích u nás žije **mník jednovousý** (*Lota lota*). Z mořských druhů je nejznámější **treska obecná** (*Gadus morhua*).

Řád: **ďasové** (Lophiiformes)

Jedná se výhradně mořské druhy, žijící ve větších hloubkách. Vynikají širokou hlavou a sploštělým tělem. K lovu potravy využívají prodloužený paprsek hřbetní ploutve, kterým lákají kořist před svá široká ústa (tzv. „udice“). U některých druhů jsou známí trpasličí samečci, kteří někdy přirůstají přímo k tělu samice, která je nosí s sebou. Patří sem např. **ďas mořský** (*Lophius piscatorius*).

Řád: **volnoostní** (Gasterosteiformes)

Volnoostní jsou velmi rozmanitou skupinou. Patří se řada morfologicky velmi rozdílných typů převážně mořských druhů ryb. Z naší fauny je to **koljuška tříostná** (*Gasterosteus aculeatus*), drobná ryбка s třemi volnými trna před hřbetní ploutví a se zajímavým způsobem rozmnožování. Samec postaví na dně hnízdo ze zbytků rostlin, do kterého naklade jikry postupně několik samic. Samec pak jikry a čerstvě vylíhlý potěr po několik dní hlídá. Z mořských druhů je nejznámější **koníček mořský** (*Hippocampus hippocampus*), druh s ovíjivým ocáskem, u kterého péči o jikry přebírá sameček, který je uchovává až do jejich vylíhnutí ve zvláštním vaku na břiše.

Řád: **ropušnice** (ropušnicotvární) (Scorpaeniformes)

Mezi ropušnice řadíme mořské i sladkovodní druhy. Tyto ryby vynikají velkou hlavou a tělem bez šupin. Na hlavě i na těle často mají ostré trny nebo kostěné destičky. U základů ploutevních paprsků mívají jedové žlázy. Některé mořské druhy mohou způsobit velmi nebezpečná poranění, která mohou skončit až smrtí. Z našich druhů sem patří **vranka obecná** (*Cottus gobio*), drobná, asi 10 cm dlouhá ryba, která miluje čisté, proudivé toky, kde žije většinou společně se **pstruhem obecným**. Z jedovatých mořských druhů je nejznámější ros **ropušnice** (*Scorpaena*).

Řád: **ostnoploutví** (Perciformes)

Tento řád dnes zahrnuje až 9295 druhů je nejpočetnější skupinou ryb. Patří sem také nejvíce morfologických typů ryb. Osídlil všechny hlavní druhy biotopů od oceánů, přes brakické vody po sladké vody (potoky, řeky, jezera). Řadíme sem mnoho řádů a desítky čeledí. Mezi obecné charakteristiky patří přítomnost ktenoidních šupin na povrchu těla, posunutí břišních ploutví, až pod ploutve prsní, hřbetní ploutev se skládá ze dvou částí a těmto rybám chybí spojení plynového měchýře s trávicí trubicí.

Z našich druhů je nejznámější **okoun říční** (*Perca fluviatilis*), se kterým se setkáme jak v řekách, tak v rybnících nebo v tůních. V rybnících není příliš oblíbený, protože se často přemnoží a konkuruje v potravě jiným druhům ryb (živí se planktonem, později i drobnými rybami). Naší největší ostnoploutvou rybou, která také patří do čeledi okounovitých je **candát obecný** (*Stizostedion lucioperca*) dorůstající přes 1 m délky a živící se výhradně dravě. Je ceněný pro své vynikající maso s malým množstvím kostí. Z mořských druhů sem patří někteří rybí obři, například obrovští **kanicové** (rod *Serranus* a další), kteří mohou dosáhnout délky až 3 m a hmotnosti kolem 400 kg, kteří vzhledem připomínají obrovské okouny. Velký hospodářský význam mají z mořských druhů **tuňáci** (*Thunnus*) a **makrely** (*Scomber*). Tyto druhy se loví pro své chutné maso. Jsou to vynikající plavci, s dokonalým proudnicovým tvarem těla. Mnohé druhy jsou zajímavé svojí péčí o potomstvo. V tom vynikají především **cichlidy** (čeleď Cichlidae) – u různých druhů se setkáme s hlídání jiker a potěru, inkubací jiker v tlamě až po krmením mláďat sekretem produkovaným kůží rodičů.

Řád: **platýsi** (Pleuronectiformes)

Platýsi jsou tvarem svého těla značně odlišní od ostatních kostnatých ryb. V dospělosti mají tělo ze stran silně sploštělé a jednou stranou leží na dně nebose nad ním pohybují. Horní strana je pigmentovaná a schopná silné barvoměny, zde mají také platýsi oči. Spodní strana je světlá. Zajímavé je, že larvy jsou souměrné a dospělým se nepodobají. Nejznámějším druhem, který žije při pobřeží Evropy a dříve plaval i

proti proudu řek, je **platýs bradavičnatý** (*Platichthys flesus*), který dorůstá až 30 cm. Řada druhů má hospodářský význam, loví se pro kvalitní maso.

Řád: **čtverzubci** (Tetraodontiformes)

Většina druhů čtverzuců žije v tropických vodách. Jsou to hlavně mořské druhy. Jen několik žije i v řekách. Mají zvláštním způsobem srostlé zuby a čelisti do tvaru jakéhosi „zobáku“. Chybí jim břišní ploutve. Některé druhy mají zvláštní vychlípeninu střeva, kterou dokáží v případě ohrožení rychle naplnit vodou nebo vzduchem. Tělo jim někdy kryjí kostěné destičky nebo trny. Patří sem několik tvarově odlišných typů. Nejznámější jsou **ježíci** (např. rod *Diodon*) s ostnitým povrchem těla, **čtverzubci** (*Tetraodon*), často velmi pestře zbarvení známí z korálových útesů (obě skupiny dokáží extrémně zvětšit objem svého těla). Velmi zvláštní jsou **havýši** (rod *Ostracion*), kteří mají tělo ukryté v pevném krunýři z kostěných destiček a nemohou změnit objem ani tvar svého těla. Jeho pohyblivou částí jsou jen malé ploutve.

Otázky:

Čím se paprskoploutví liší od předchozích skupin?

K čemu slouží plynový měchýř?

Které ryby žijí v našich vodách?

Jaký je životní cyklus úhoře?

Jaké mořské ryby se objevují v našem jídelníčku?

Třída: nozdratí (Sarcopterygii) 6 druhů

U nozdratých nalézáme řadu znaků, které je spíše než s jinými ploutvovci spojují se čtyřnožci. Je to např. (1) přítomnost choan (vnitřních nozder – t.j. oddělení nosní dutiny a dutinou ústní), jeden z předpokladů plicního dýchání. Jiným znakem podobného významu jsou (2) členité plicní vaky. U nozdratých je vytvořen i (3) malý krevní plicní oběh. (4) Končetiny – ploutve mají osvalenou základní část. Kostru párových končetin tvoří několik na sebe navazujících kostí, stejně jako je tomu u čtyřnožců. U nozdratých ale nalézáme i znaky velmi starobylé – je zachovalá chorda, srdce má vyvinutý srdeční násadec, ve střevě je spirální řasa a mají jednoduchý mozek. Dnešní zástupci – bahníci (dvojdyšní -Dipnoi) a latimerie (lalokoploutví - Coelacanthimorpha), jsou jedinými pozůstatky

skupiny, která dala vznik všem čtyřnožcům, Ti jsou tak vlastně pouze jednou z vývojových linií nozdratých ryb. .

Podtřída: **lalokoploutví** (Coelacanthimorpha)

1 rod 2 druhy

Zástupci této podtřídy jsou známí ze zkamenělin z období prvohor z devonu. Vyvíjeli se ve dvou liniích, kdy jedna linie byla sladkovodní a druhá později mořská. Znaky první skupiny se objevují u nejstarších obojživelníků (tzv. krytolebců) – např. stavba lopatkového pásma nebo labyrintodontní typ zubů (sklovina zde tvoří záhyby, v dentinu jsou dutiny). Skupina vymřela v permu. Druhá skupina se vyvíjela velmi pomalu a vrchol zaznamenala v druhohorách (trias, jura). Poslední zkameněliny byly známé z křídly a předpokládalo se, že tehdy tato skupina vyhynula. To platilo až do roku 1938, kdy se podařilo ulovit první latimerii u pobřeží jižní Afriky. **Latimerie podivná** (*Latimeria chalumnae*) je velká ryba (až 2 m) s nápadně velkými šupinami a zvláštní úpravou ploutví. Žije v hloubkách kolem 200-400 m na skalnatém dně, přes den se ukrývá v jeskyních. Je živorodá. Jejich vejce mají průměr až 9 cm.

Podtřída: **dvojdyšní** (Dipnoi)

2 řády, 3 rody, 7 druhů

. Poměrně velké ryby (dorůstající až 2 m) silného hadovitého těla s difycerkní ocasní ploutví. Zástupci této skupiny přežili až do dnešní doby a žijí v Austrálii, Africe a v Jižní Americe. Dvojdyšní mají vytvořeno plicní dýchání spolu s dýcháním žaberním. Došlo u nich k úpravě krevního oběhu (ze šestého páru žaberních tepen se oddělil pár plicních tepen a vytvořily se plicní žíly spojující se v jednu a ta vede okysličenou krev do srdce). Dvojdyšní mají srdeční předsíň rozdělenou přepážkou a částečně i komoru, vyvíjí se dutá žíla. Mají larvy s vnějšími keříčkovitými žábry. Všemi těmito znaky připomínají znaky čtyřnožců. Mají ale i řadu znaků velmi odlišných jak od lalokoploutvých, tak i čtyřnožců – redukovanou lebku, odlišné ozubení (zuby na čelistech splývají v destičky). Mají také vyvinutou kloaku spirální řasu ve střevě. Jejich ocasní ploutev je difycerkní (viz obrázek – paprskoploutví). Fosilní zbytky známe již ze spodního devonu. Dnešní formy se jen málo liší od vymřelých.

Způsob života dvojdyšných je velmi zajímavý. Přidatné dýchání pomocí jednoho nebo dvou plicních vaků (kromě dýchání žábry) jim umožňuje přežít i ve vodách

s nízkým obsahem kyslíku nebo u některých druhů i v prostředí, kde dochází k úplnému vyschnutí vody. Bahníci pečují o své potomstvo a jikry kladou do zvláštního hnízda.

Jednu skupinu dvojdyšných (**jednoplicní** -Ceratodontiformes) představuje **bahník australský** (*Neoceratodus forsteri*). Žije v prostředí, kde nedochází k vysychání vod. Dýchá převážně žábami, snáší i vodu s nízkým obsahem kyslíku. Druhou skupinou (**dvojplícní** -Lepidosireniformes) jsou afričtí bahníci a jediný druh Jižní Ameriky. Mají dva plicní vaky. V období sucha dokáží přežít i bez vody. Zahrabávají se do bahna, kde si vytvoří slizový obal (kokon), přejdou na plicní dýchání a upadnou do letního spánku. **Bahník americký** (*Lepidosiren paradoxa*) žije v oblasti řek Amazonka a Paraná. Dorůstá délky až 1,8 m. Z afrických druhů je nejznámějším **bahník východoafrický** (*Protopterus aethiopicus*), který dorůstá až 2 m. Bahníci jsou vyhledávanou pochoutkou afrických domorodců.

Kontrolní otázky a úkoly

- *Stručně popiš způsob života bahníků. Jak přežívají období sucha a nedostatek kyslíku ve vodě?*
- *Vyjmenuj některé důležité znaky nozdratých.*
- *Co víš o latimérii?*
- *Kde žijí bahníci?*

Třída: obojživelníci (Amphibia) 4800 druhů

České jméno vystihuje tuto skupinu dokonale: její příslušníci ilustrují nejrůznější typy přechodů od života ve sladkovodním prostředí k životu na souši. Žádný obojživelník nežije v moři. Na vodní prostředí jsou vázáni přinejmenším svým rozmnožováním. Jsou to (1) čtyřnožci, jimž (2) chybí zárodečné obaly (amnion a allantois), (3) vývoj probíhá přes stadium larvy, dýchající žábami, která se teprve po metamorfóze mění na dospělé, vybaveného (4) plícemi a příslušnými úpravami v oběhovém systému (plicní oběh). (5) Na dýchání se podstatnou měrou podílí také kůže, která je lysá, bez šupin ale s četnými slizovými a jedovými žlázami a bohatou inervací. (6) Dospělci se živí výlučně živočišnou potravou.

(7) Mají všechny základní znaky čtyřnožců, t.j. (a) pětiprsté končetiny, (b) pletenec hrudní končetiny není (na rozdíl od ploutvovců včetně

nozdratých) spojen s lebkou, (c) pletenec pánevní končetiny - pánev – srůstá s příčnými výběžky křížových obratlů, (d) spojení lebky s páteří je pohyblivé - prostřednictvím týlního kloubu a specificky pozměněných prvních dvou obratlů (atlas a čepovec).

Vývojově nejpůvodnější typ obojživelníků připomíná podtřída ocasatých (Caudata - mloci, čolci, macaráti aj.) vázaná na severní polokouli. Červoři (Gymnophiona) s druhotně redukovanými končetinami, připomínající způsobem života i tvarem těla velké žížaly, žijí v tropech celého světa. Nejpočetnější a nejvíce rozrůzněnou skupinou jsou ovšem žáby (Anura), jimž chybí ocas a hlavním orgánem pohybu jsou mohutně osvalené pánevní končetiny. Larvy ocasatých mají vnější keříčkovité žábry podobně jako larvy dvojdyšných. Žabí larva - pulec - je vybavena prostorným žaberním vakem a nemá vnější keříčkové žábry. Tyto orgány, podobně jako ocásek žabích pulců při metamorfóze zanikají. Většina obojživelníků dosahuje velikosti pouze několika centimetrů, výjimkou jsou východoasijské a severoamerické velemloci, s délkou těla až přes 1 m.

Třídu obojživelníků řadíme ke čtyřnožcům. Představují skupinu studenokrevných živočichů, kteří se vyvinuli z rybovitých obratlovců (dnes převládá názor, že ze skupiny blízké bahníkům). Nejstarší vymřelé formy známe ze svrchního devonu (rod *Ichthyostega*). Již od karbonu došlo k většímu rozvoji praobojživelníků, ale vzájemné vazby mezi tehdy žijícími skupinami nejsou dosud zcela jasné. Těmto praobojživelníkům se souhrnně říká „krytolepci“. Od jedné karbonské větve obojživelníků jsou odvozováni i plazi. První praobojživelníci museli mít vyvinuté žábry i plíce současně a pravé vnitřní nozdry a párové končetiny s pevnou vnitřní kostrou. Postupně u nich mizely rybí znaky. Žaberní dýchání pak postupně vymizelo (zůstává jen u larev a u některých druhů obojživelníků). Došlo i k redukci žaberní oblasti, k úpravám žaberních oblouků (změny v oblasti středního a vnitřního ucha, objevuje se sluchová kůstka). Zmizely skřele, kostra nepárových ploutví, měnila se kostra páteře (tato změna vede k pohyblivosti hlavy), úprava srdce (postupné dělení na pravou a levou polovinu a vznik velkého (tělního) a malého (plicního) oběhu. Srdeční předsň je

rozdělená (vpravo je redukována, vlevo oxidovaná krev – úplné rozdělení je jen u žab), komora je společná. Obojživelníci jsou tedy čtyřnožci, u kterých s přechodem na souš došlo k řadě změn ve stavbě jejich těla na rozdíl od ploutvovců. Vazba na vodní prostředí je u nich zachována u larválních stadií (žaberní dýchání), po proměně dospělci většiny druhů dýchají atmosférický kyslík. Jsou to živočichové výhradně sladkovodní. Důležitým znakem společným i s rybami je nepřítomnost vaječných obalů (obě skupiny řadíme mezi tzv. Anamnia). Obojživelníci jsou vejcorodí s vnějším oplozením.

Podle tvaru těla je rozdělujeme do tří základních typů: na typ čolkovitý (protáhlé tělo, mají ocas, krátké končetiny), hadovitý (štíhlé, hadovité tělo bez končetin, malý ocas) a žabí. (krátké tělo, bez ocasu, větší zadní nohy)

Tělo obojživelníků kryje lysá kůže, s tenkou rohovitou vrstvou na povrchu, která se časem v cárech odlupuje. Kůže je propustná pro vodu i pro plyny (kožní dýchání). Nacházejí se v ní také různé kožní žlázy (mnohobuněčné slizové žlázy, jedové žlázy a chromatofory s pigmenty – schopnost barvoměny - rosnička). Kostra obojživelníků je zkostnatělá, s řadou chrupavčitých částí. Lebka je z větší části tvořena chrupavkou, jednoduché stavby s několika zachovanými krycími kostmi. Spodina lebky tvoří primární patro v ústní dutině. Páteř je členěna na jednotlivé části s různým počtem obratlů u různých skupin (nejméně u žab). Na jediný krční obratel se dvěma kloubními hrboly napojuje lebka. Chorda je silně potlačena. Žebra mají vyvinuta jen ocasatí obojživelníci. Obratle jsou buď amficoelní, procoelní (žáby) nebo opistocoelní (mloci). U žab je vytvořena hrudní kost. Kostra končetin je obdobná jako u ostatních čtyřnožců. Podle způsobu života na nich dochází k různým změnám, dochází i k srůstům kostí.

Svalstvo má u larev obojživelníků segmentární uspořádání, podobně i u ocasatých a u červorů. U žab je toto uspořádání potlačené.

Nervová soustava je oproti předcházejícím skupinám pokročilejší. Rozvíjí se především koncový mozek. Hlavním centrem je však nadále střední mozek, mozeček je malý (malá pohyblivost obojživelníků). Z míchy odstupují míšní nervy, její délka se u tří základních typů obojživelníků liší.

Smyslové ústrojí je různě vyvinuté. Žáby mají jak vnitřní ucho (se třemi polokružnými chodbami a malou lagénou), tak i střední ucho s jednou sluchovou kůstkou (columella) bez vnějšího zvukovodu a s bubínkem přímo na povrchu těla. Ostatním skupinám střední ucho chybí. Sluch mají obojživelníci poměrně dobře vyvinutý. Chuťové buňky jsou u obojživelníků soustředěny v ústní dutině a na jazyku. Čichové ústrojí je vyvinuto.

Čich ale není důležitý smysl. Obojživelníci mají vnější i vnitřní nozdry, pomocí kterých vdechují i vydechují vzduch. Na dně nosní dutiny je vytvořený zvláštní tzv. Jacobsonův orgán spojený kanálkem s ústní dutinou, který analyzuje pachy z ústní dutiny. Proudový orgán se nachází jen u larev a u vodních ocasatých obojživelníků, u ostatních většinou mizí.

Zrak obojživelníků je dobře vyvinutý hlavně u žab. Některé druhy obojživelníků mají barevné vidění. Oči chrání oční víčka (až 3) – u červorů chybí. Vytváří se i oční žlázy a slzný kanálek. Oko obojživelníků je zaostřeno na dálku.

Trávicí soustavu tvoří ústní dutina, hltan, jícn, žaludek, střevo a konečník. Celá trávicí soustava je poměrně krátká. V ústní dutině jsou drobné zuby (u ropuch chybí). Dobře vyvinutý jazyk mají žáby (lapání kořisti jeho vymrštěním). Na polykání potravy se podílejí oční bulvy (zatlačují potravu do hltanu). Žaludek obojživelníků je protáhlý a navazuje na něj dvanáctník, kam ústí vývody jater a pankreatu. Vyvinutý je i žlučník. Důležitými žlázami s vnitřní sekrecí jsou hypofýza a štítná žláza, které jsou významné pro průběh metamorfózy. Pokud je odstraníme, u larev neproběhne proměna.

Larvy obojživelníků dýchají vnějšími keříčkovitými žábami (také u neotenických ocasatých obojživelníků žijících trvale ve vodě). Po proměně dýchají dospělci plícemi. Výměnu plynů v plicích zajišťují obojživelníci polykáním vzduchu (nemají hrudník ani bránici). Významné je i kožní dýchání, které funguje u všech obojživelníků (u některých skupin, kterým druhotně chybí plíce, je to jediný zdroj kyslíku). Spolu s tímto dýcháním je kyslík vstřebáván i sliznicí ústní dutiny. Žáby mají v dýchacích cestách dobře vyvinutý hlasový orgán. Samci některých druhů mohou zesilovat hlas pomocí rezonančních měchýřků.

Cévní soustava se liší u larev (zde připomíná cévní soustavu ryb) a u dospělců. U srdce dospělců je vyskytuje přepážka mezi předsíněmi, v komoře se mísí odkysličená a okysličená krev. U obojživelníků je velmi vyvinutá mízná soustava, zvláště při povrchu těla, tvořená velkými dutinami (vaky), odkud lymfa odchází do žilného oběhu.

Vylučovací soustavu tvoří párové ledviny (opistonefros), které vylučují množství řídké moči do močového měchýře, odkud moč odtéká do kloaky (larvy vylučují amoniak). Obojživelníci dokáží v době nedostatku vody moč zpětně využít. U vodních obojživelníků je osmoregulační funkce ledvin obdobná jako u ryb.

Pohlavní žlázy jsou většinou oddělené, párové, spojené s tukovým tělesem (zásobárna energie). Ve spodní části primárního močovodu se v semenném váčku shromažďují spermie s varlat. Ve vaječnicích se tvoří poměrně velká vajíčka, která se ve

vejcovodech obalí rosolovitou hmotou. Oplození je vnější, u pokročilejších ocasatých obojživelníků se vyvinul zvláštní způsob vnitřního oplození pomocí tzv. spermatoforu (shluk spermií ve slizovém pouzdře), který samci odloží mimo tělo a samice jej nabere do kloaky. V těle samice mohou spermie přežívat delší dobu (mohou být uloženy v tzv. spermatéce) a postupně oplodňovat vytvářející se vajíčka.

U vejcorodých druhů se v oplodněných vajíčkách nakladených do vody postupně vyvíjí zárodek, který opouští vaječné obaly v podobě tzv. pulce (larva obojživelníků). U žab se se larvální stadium vyvíjí tak, že u něj postupně dochází k výrazné přestavbě celého těla, vyvíjí se ocas, ústní otvor s rohovitými zoubky nebo rty, žaberní štěrby, vychlipují se vnější žábry, vytvoří se postranní čára. Žábry jsou po čase překryty dvěma kožními záhyby a vnější žábry mizí a nahrazují je vnitřní žábry na žaberních obloucích. U ocasatých obojživelníků se larva podobá dospělci, má ale vnější žábry (ty se nemění až do proměny). Postupně se vytvářejí končetiny – u ocasatých obojživelníků jsou zevně nejprve patrné přední, u žab zadní (přední i zadní končetiny se ale zakládají současně). Ocas u pulců žab mizí, mění se trávicí soustava, se zánikem žaber se mění cévní soustava a vznikají plíce. Po několika týdnech je proměna dokončena (u skokanů asi po 60 dnech). U ocasatých při metamorfóze zanikají vnější žábry a dýchací funkci přebírají plíce. Žábry jsou zachované u některých vodních druhů a u tzv. neotenických forem (při neotении se u larev vyvíjejí funkční pohlavní orgány – larvy jsou schopné rozmnožování). Proměna je řízena hormonálně (štítná žláza).

Rozšíření a výskyt obojživelníků, stejně jako u jiných skupin živočichů, určují některé faktory prostředí. Nejdůležitější jsou voda (a její chemické složení) a teplota. V oblastech s nízkými teplotami žije jen velmi málo druhů, daleko na severu pak žádné. Naopak pro tropické oblasti je charakteristický jejich vysoký počet (žije zde mnoho pozemních nebo stromových druhů). Je to i díky vysoké vzdušné vlhkosti. Obojživelníci žijící v oblastech, kde během roku dochází ke střídání ročních období, přečkávají nepříznivé zimní období ve strnulém stavu zahrabaní v půdě nebo v bahně, v letním období mohou upadat do letního spánku.

Obojživelníky si můžeme podle způsobu života rozdělit na vodní a suchozemské (a ty dále na stromové, pozemní a žijící v zemi). Tyto jednotlivé skupiny se svému prostředí přizpůsobily různým způsobem: vodní ocasatí obojživelníci používají k pohybu ve vodě ocas a vlnění trupu, vodní žáby končetiny, hlavně zadní s plovacími blanami. U suchozemských forem slouží končetiny buď k chození nebo ke skákání (skokan, mlok).

Stromové druhy mají na končetinách vytvořené přísavky (rosnička), plovací blány jim často chybí, ale u některých druhů se jim naopak velmi rozšiřují a tyto druhy (některé žáby - létavky) s jejich pomocí při skocích ze stromů i plachtí.

V půdě žijí červoři nebo ze žab např. naše blatnice. Tyto druhy se dokáží zahrabávat buď pomocí rytí hlavou (červoři) nebo končetinami (blatnice).

Obojživelníci patří ve své převážné většině mezi noční živočichy, kdy také loví potravu, denních forem je mnohem méně. Larvy žab, pulci, se živí většinou rostlinnou potravou (řasy), kterou seškrabují drobnými rohovitými zoubky kolem úst nebo drobnou živočišnou potravou - larvy ocasatých obojživelníků, kromě toho existují i další, méně běžné způsoby výživy. V dospělosti se živí dravě, loví drobné bezobratlé živočichy a větší druhy i menší obratlovce, jako drobné savce nebo ptáky, někdy i ryby. Způsob lovu kořisti je různý, především skokem nebo vymrštěním jazyka. Při lovu potravy se žáby orientují zrakem, mloci čichem.

Jako obrana před nepřáteli, kterých mají obojživelníci mnoho, jim může sloužit výstražné zbarvení (je vždy výrazné, např. u mloka nebo kuněk) nebo jedovaté sekrety kožních žláz (ropuchy, mlok).

U obojživelníků není příliš vyvinutý pohlavní dimorfismus. Samci bývají menší než samice a projevují se někdy hlasovými projevy v době rozmnožování (mají různé rezonanční vaky nebo na prstech předních končetin), méně časté je pestřejší zbarvení. Například u samců našich čolků narůstá na hřbetní straně těla lem (čolek obecný), který mimo období rozmnožování mizí. Oplození je u žab vnější (samec se při páření drží na hřbetě samice), u čolků je vnitřní, kdy samec na dně odkládá pohlavní produkty ve shluku (tzv. spermatofor), který samice sebere pohlavním otvorem. U čolků vlastnímu páření předchází složité zasnubní tance. U našeho mloka skvrnitého mluvíme o skutečném páření, kdy se oba jedinci k sobě přitisknou kloakami a samec tak přenesse sperma. U mloka se pak larvy líhnou v momentě kladení (ovoviviparie – vejcoživorodost), ostatní naši obojživelníci se rozmnožují vajíčky. U některých cizích druhů obojživelníků se vyvinuly různé způsoby péče o potomstvo (viz text v obecné části). V každém případě jsou obojživelníci svým způsobem rozmnožování vázáni na vodní (výjimečně na vlhké prostředí). Bez vody se proto nemohou úspěšně rozmnožovat.

Obojživelníci jsou skupina, která je značně ohrožena činností člověka (znečišťování vod, ničení původních biotopů). Zaslouhují si proto naši pozornost a ochranu. Většina druhů je chráněná zákonem.

Řád: **ocasatí** (Caudata)

9 čeledí, 62 rodů, 425 druhů.

Nejstarší ocasaté obojživelníky známe ze spodní křídly (druhoohory). Jsou to živočichové s protáhlým tvarem těla, s vyvinutým ocasem, s krátkými končetinami (na předních se čtyřmi prsty, na zadních s pěti). Na čelistech mají drobné kuželovité zuby. Mají malé oči, chybí jim střední ucho a bubínek. Jsou většinou více vázáni na vodu než žáby a červoři, někteří zůstávají ve vodě po celý život existuje u nich neotenie. U nás žijí zástupci čeledi mlokovití (Salamandridae). Z našich forem jsou známí **čolci** (rod *Triturus*), kteří kladou jednotlivá vajíčka do vody na vodní rostliny. Mimo období rozmnožování tráví zbytek roku na souši, kde i zimují. V období rozmnožování, které se odehrává ve vodě, se u samců vytváří na hřbetě nebo na ocase vysoký hřeben, také se mění zbarvení. Nejběžnějším druhem je **čolek obecný** (*Triturus vulgaris*). Nápadně zbarveným našim druhem je **mlok skrnitý** (*Salamandra salamandra*), který je vejcoživorodý (larvy se líhnou z vaječných obalů v době kladení do vody. Samice kladou larvy do vody na jaře. Mlok žije v listnatých nebo ve smíšených lesích ve vlhkém prostředí.

Největší ocasatí obojživelníci patří do čeledi velemlokovití (Cryptobranchidae). **Velemlok čínský** (*Andrias davidianus*) dorůstá až přes 1,5 m. Z zajeť se často jako laboratorní zvíře chová západoevropský **žebrovník Waltlův** (*Pleurodeles waltl*) a severoameričtí **axolotli** z rodu (*Ambystoma*) (čeleď Ambystomatidae). U této středo a severoamerické skupiny je u řady druhů známá neotenie.

U nás žije 1 čeleď a 8 druhů

Řád: **červoři** (Apoda)

6 čeledí, 35 rodů, 170 druhů

Červoři jsou pozemní nebo vodní obojživelníci. Vnější vzhledem připomínají velké červy s nápadným kroužkováním. Mají dlouhé, štíhlé, válcovité tělo, které je vždy bez končetin. Kůži mají hladkou, s řadou žlázek. U některých druhů jsou v kůži drobné šupiny. Mají dlouhou páteř složenou z až 275 obratlů s částečně zachovanou chordou. Lebku mají zkostnatělou, na čelistech zuby. Pevné lebka jim pomáhá při rytí v půdě. Pro červoři je typický pár jakýchsi tykadla na hlavě u nosních otvorů a malé oči. Většinou mají vnitřní oplození (samci mají ze stěny kloaky vyvinutý pářící orgán), jsou vejcorodí nebo živorodí. Samice kladou vejce do podzemních dutin a vylučovaným slizem kolem nich udržují vlhké prostředí. Je známo 170 druhů, žijících v tropech a subtropích (v Africe, v jihovýchodní Asii, ve Střední a v Jižní Americe).

Řád: **žáby** (Anura)

24 čledí, 320 rodů, 4200 druhů

První fosilní zástupce známe již ze spodního triasu. Jsou to obojživelníci schopní skákat. Tomu je také uzpůsobena stavba jejich těla. Nemají vyvinutou ocasní část, zadní nohy mají delší a silnější. Vlastní tělo je krátké. Na jejich kostře došlo k celé řadě změn (srůstají a prodlužují se některé kosti na končetinách, mají složitou stavbu lopatkového pásma, změněné pánevní pásmo, atd.). Obratlů je málo a jsou plně zkostnatělé a u různých skupin jsou různého typu. Pokud mají žáby vytvořené ozubení, tak jen na horní čelisti a kosti radliční. Tělo žab kryje lysá kůže, které je hladká nebo někdy bradavičnatá. Mají většinou dobře vyvinuté střední ucho a bubínek. Samci některých druhů vydávají zvuky, které zesilují ozvučné měchýřky (jeden nebo dva).

Žáby mají většinou vnější oplození, vnitřní je výjimkou. Samci mívají na předních nohách zvláštní zduřeniny, kterými mohou při páření lépe uchopit samici. Vajíčka kladou do vody. Snůška bývá různého typu, od jednotlivých vajíček, přes pásy až po velké shluky. Pulci se většinou líhnou ve vodě, některé druhy jsou živorodé, výjimečně se pulci líhnou mimo vodu.

Velice zajímavá je u některých druhů žab jejich péče o potomstvo. Setkáváme se u nich s nošením snůšky na zadních končetinách (evropská ropuška starostlivá), v kožních záhybech na hřbetě (pipa) nebo larvy mohou být nošeny v ozvučném vaku nebo dokonce v žaludku. Některé tropické rosničky kladou vajíčka do nálevek bromelií, jiné druhy staví pro pulce malé rybníčky nebo pěnové hnízdo a dokonce je odchovávají v podzemních dutinách.

Žáby se živí dravě. Požívají drobné bezobratlé živočichy, větší druhy i malé obratlovce.

Drtivá většina z 4200 druhů žab, žije v tropech. Na našem území žije 5 čledí a 13 druhů žab.

Mezi naše nejběžnější druhy patří **ropucha obecná** (*Bufo bufo*), zavalitá žába s krátkýma nohama, s bradavičnatou kůží. Její oko má vodorovnou zornici. Dorůstá přes 10 cm délky. Barevnějším druhem s hnědozelenou kresbou je **ropucha zelená** (*Bufo viridis*), které u nás žije v teplých, nížinných oblastech. Patří do čeledi ropuchovití (*Bufonidae*). Tyto žáby nemají v ústech zuby. Najdeme je rozšířené v mnoha oblastech světa i polopouštích. Snáší nedostatek vody. K vodě se stahují jen v době rozmnožování. Mezi největší ropuchy a žáby vůbec patří **ropucha obrovská** (*Bufo marinus*) pocházející ze Střední a Jižní Ameriky, která byla vysazena do mnoha oblastí ve světě (např. v Austrálii). Dorůstá přes 20 cm. Mezi naše drobné druhy patří **kuňka obecná** (*Bombina bombina*) z čeledi kuňkovití (*Discoglossidae*). Najdeme ji u mělkých vod v nižších nadmořských výškách. Kuňky mají malý, okrouhlý jazyk, naspodu přirostlý a v ústech malé zoubky. Břicho kuňky je výrazně oranžovočerně zbarvené. Při ohrožení se kuňka obrací na záda a útočnickovi ukazuje břicho.

Velmi skrytým způsobem života žije naše **blatnice skvrnitá** (*Pelobates fuscus*). Ta patří do čeledi blatnicovití (Pelobatidae). Většinou žije zahrabaná v půdě. Hrabe pomocí zvláštních patních hrbolů na zadních nohách. Blatnice má na rozdíl od ropuchy hladkou kůži a svislou zornici. Pohybuje se většinou jen v noci. Vodu vyhledává pouze v době rozmnožování. Do naší fauny patří i stromový druh žáby, **rosnička zelená** (*Hyla arborea*). Krásně zeleně zbarvená malá žába. Najdeme ji v teplejších oblastech, kde se v době rozmnožování samečci ozývají velice silným hlasem. Typickým znakem všech druhů z čeledi rosničkovití (Hylidae) jsou rozšířené konce prstů s přísavkami.

Poslední naší čeledí jsou skokanovití (Ranidae). Naším nejběžnějším druhem je **skokan hnědý** (*Rana temporaria*). Žije po celém území od nížin po horské oblasti. Patří ke druhům, které kladou vajíčka brzy na jaře (již během března). Všichni skokani velmi dobře skáčou. Kromě tzv. "hnědých skokanů", kteří po většinu sezóny žijí na souši, u nás žijí i skokani „zelení“. Někdy se jim také říká vodní skokani. Ti na rozdíl od předchozí skupiny tráví ve vodě většinu času. Nejnámější z nich je **skokan skřehotavý** (*Rana ridibunda*). Ten dosahuje velikosti těla až přes 10 cm. U nás žije ještě jeden druh z této skupiny skokanů a navíc kříženec obou druhů. Navzájem se jen obtížně rozlišují.

Kontrolní otázky a úkoly

1. *Které hlavní druhy našich obojživelníků znáš?*
2. *Jak se rozmnožují žáby, popiš vývojový cyklus u skokana.*
3. *Žije u nás nějaký vejcoživorodý druh – vysvětli tento způsob rozmnožování, jaké jsou jeho výhody oproti kladení vajíček?*
4. *Které hlavní skupiny obojživelníků znáš? Jak se liší rozmnožováním ?*
5. *Popiš stručně fylogenetický vývoj obojživelníků.*
6. *Jaké jsou hlavní přizpůsobení obojživelníků k pobytu na souši.*
7. *Jak dýchají larva a jak dospělci obojživelníků? V jarním období pozoruj okolí svého bydliště a zjisti, které druhy se zde vyskytují.*

Třída: plazi (Reptilia) 7800 druhů

Souborně charakterizovat plazy není snadné. Je to sběrná skupina několika vzájemně nepříbuzných vývojových linií, kterým chybí specifické znaky savců a ptáků. S nimi však sdílí celý soubor znaků, jímž se velmi podstatně odlišují od obojživelníků, znaků, které plazy spolu se savci a ptáky řadí do skupiny blanatých - Amniota. (1) Zárodek je tu vybaven specifickými obaly, nazývanými amnion a allantois, a jeho vývoj probíhá

uvnitř amnionového vaku bez přímé závislosti na vnějším prostředí. Vývoj je přímý, (2) vajíčka jsou vybavena velkým množstvím žloutku a kryta papírovitou či vápnitou skořápkou, produkovanou vejcovody. U plazů stejně jako u všech ostatních blanatých je tedy oplození výlučně vnitřní. Díky těmto úpravám mizí zde omezující vazba na vodní prostředí, typická pro obojživelníky, a plazi tedy živočichy plně suchozemskými. O to důležitější se stávají opatření proti ztrátám vody: vzniká (3) nový typ ledviny (metanefros) se zpětným vstřebáváním vody, zesiluje se kůže a vytváří se (4) specializovaný tělní pokryv - rohovinové šupiny. Ve srovnání s obojživelníky se podstatně zvětšuje (5) pohyblivost končetin a hlavy, výrazně je rozvinuta krční část páteře. Mohutně se rozvíjí osvalení čelistí a (6) úponové plochy příslušných svalů ve spánkové oblasti lebky - jařmové oblouky. Naprostá většina plazů se živí živočišnou potravou, někteří dokáží však využívat již i potravu rostlinnou (leguáni, agamy, některé želvy a někteří dinosauři). S výjimkou krokodýlů a některých hadů zde chybí i jakákoliv péče o potomstvo, inkubace vajec je pasivní. Na druhovém bohatství dnešních plazů se téměř 95% podílí ještěři a hadi. Na rozdíl od této vysloveně moderní skupiny, zbylé dvě vývojové linie plazů – želvy a archosauři - představují spíše pozůstatky starobylých vývojových linií, jejichž rozkvět se odehrával zejména v druhohorách. o Archosauři (*Archosauria*), jsou v dnešní fauně zastoupeni krokodýly a bezprostředními potomky druhohorních dinosaurů - ptáky. Savci s dnešními plazy vývojově nijak nesouvisí - jsou potomky linie, která se od předků plazů a ptáků odštěpila již koncem prvohor.

První plazi se objevili již ve svrchním karbonu, tj. asi před 300 mil. let.. Za jejich předky považujeme jednu z větví praobojživelníků skupiny Anthracosauria. První formy byli pouze malí živočichové (asi 15 cm velcí). Již tehdy se začaly rozvíjet dva vývojové směry – jeden vedl k vlastním plazům a druhý ke skupině Synapsida (byla

reprezentována řádem Pelycosauria. Odtud pak vedl vývoj k savcům. Druhá linie se pak koncem karbonu rozdělila na dvě linie – na anapsidní plazy (Anapsida) a diapsidní plazy (Diapsida), které se lišily stavbou lebky (např. v počtu spánkových jam). Z první skupiny se později vyvinuly želvy (známé od triasu), druhá linie se stala základem pro ostatní nám dnes známé skupiny plazů.

Skupina diapsida byla již na konci prvohor silně rozrůzněná. Objevují se zde hlavně linie šupinovců (Lepidosauria) a archosaurů (Archosauria). Hlavní rozvoj plazů nastal v druhohorách. Tehdy nastal ohromný rozvoj celé skupiny. S plazi se zde nacházejí na souši, ve vzduchu i zpět ve vodě. Šupinovce již od triasu reprezentovaly haterie (tito plazi přežili až dodnes) a další vývoj směřoval k šupinatým (Squamata). Do této skupiny patří dnešní ještěři, hadi a dvouplazi. Tyto skupiny známe již jury. Druhohory ovládla ale druhá skupina – archosauři. První nálezy známe již s triasu (střední trias). Ti se vyvíjeli jednak směrem ke krokodýlům (skupina Pseudosuchia) a jednak k dinosaurům, ptákům a pterosaurům (skupina Ornithosuchia). Především skupina dinosaurů se velmi rozrůžnila a obsadila velké množství různých typů prostředí. Vyvíjela se opět ve dvou liniích (linie Saurischia a Ornithischia). Sem řadíme velké dravce (Tyannosaurus rex – až 8 m vysoký) i obrovité býložravce (např. Brachiosaurus nebo Diplodocus) kteří dosahovali délky i přes 20 m. Létavé formy měly rozpětí až kolem 15 m (Pteranodon). Součástí skupiny Saurischia jsou vlastně i dnešní ptáci.

Mezi další charakteristické znaky třídy plazů kromě zárodečných obalů patří: jsou to suchozemští, studenokrevní živočichové, tělní pokryv u nich tvoří suchá kůže, krytá rohovitými šupinami, štítky nebo krunýři. Na kostře mají výrazně odlišenou krční část páteře. Dýchají plícemi, kožní dýchání mají silně omezené. Jejich srdce je rozdělené na dvě předsíně a komoru, částečně rozdělenou přepážkou na dvě. Jako vylučovací orgán u nich slouží metanefros. Mají vnitřní oplození a pářicí orgán (párový nebo nepárový). Rozmnožují se vajíčky, která jsou krytá blanitými nebo vápenitými skořápkami. Mláďata jsou po narození soběstačná. Ve většině případů o vejce nepečují.

Velikost dnešních plazů se pohybuje od několika cm (gekoni, ještěrky) až po 8-9 m (krokodýli) nebo až kolem 10 m (hadi – anakonda). Základním tvarem těla je protáhlý ještěrkovitý, se čtyřmi pětiprstými končetinami a dlouhým ocasem. Z něj lze odvodit hadovitý, beznohý tvar těla a tvar těla zkrácený, krytý krunýřem (želvy). U vymřelých forem jsou známé typy rybovitě (ryboještěři), bipední (pohybující se po zadních končetinách) – někteří dinosauri nebo létavé typy s létacími blanami na končetinách (ptakojestěři). Tělo plazů kryje suchá, silně rohovatější pokožka – vytvářejí se šupiny a

od šupin odvozené štítky, štíty i ostatní deriváty kůže (různé hřebeny, brboly nebo drápy). Kůže se pravidelně mění – svlékání kůže. V kůži najdeme i pigmentové buňky ovlivňující zbarvení některých plazů (chameleon). Kostra je u primitivních forem podobná kostře obojživelníků, je však téměř zcela zkostnatělá. Postupně došlo k redukci dermálního krytu lebky, která se u primitivních forem podobala lebce vymřelých obojživelníků. Lebka je pozměněná, během vývoje na ní došlo k mnoha významným změnám. Postupně vznikly tzv. spánkové jámy a s tím se začalo rozvíjet i čelistní svalstvo, došlo také k postupné pohyblivosti kostí na bazi lebky (kost čtvercová, kosti horní čelisti a patra). Postupně tak vzniklo několik typů lebek (4), které nám lépe pomáhají pochopit vývoj plazů a dalších následných skupin (ptáci, savci). Postupně se tvoří i tzv. druhotné (tvrdé) patro, kdy se odděluje nosní a ústní dutina – je plně vytvořeno u krokodýlů. Páteř je složena většinou tzv. procoélními obratli (výjimečně amfi nebo opistocélními). Je většinou dobře rozčleněná na krční, hrudní, bederní a ocasní část. V krční části jsou upraveny první dva obratle (nosič a čepovec – atlas se otáčí kolem čepovce - umožňují pohyblivost hlavy). Ocasní část je většinou dobře vyvinutá, může být různě dlouhá. Žebra se vyvíjejí u primitivních forem na všech obratlech, jinak jen v hrudní nebo v bederní části. Kostra končetin má stavbu shodnou s ostatními suchozemskými obratlovci, kromě ptáků. Je vyvinuto lopatkové pásmo, pánevní pásmo je připojeno ke kostře. Pozorujeme tendenci k prodlužování končetin, tělo se zvedá nad povrch. Končetiny se někdy redukují (také i obě pásma – hadi) nebo se jinak mění (např. veslovité končetiny mořských želv). Mizí segmentace svaloviny (lze ještě pozorovat u některých obojživelníků). Svaly umožňují pohyb na souši, zpevňují páteř. Vyvíjejí se prvně mezižeberní svaly (v souvislosti s plicním dýcháním). Plazi se přizpůsobili nejrozličnějším způsobům pohybu (běh po souši, plavání ve vodě, šplhání, plazení atd.) a tomu odpovídá i úprava končetin i tvaru celého těla. U nervové soustavy dochází ke značnému rozvoji v souvislosti se způsobem života na souši. Hlavní funkci má střední mozek a mezimozek, u pokročilejších forem se převaha funkcí přesouvá do koncového mozku. U pohyblivých forem je silně rozvinutý i mozeček. Smyslové orgány jsou značně vyvinuté. Hlavní funkci mají hlavně zrak a čich, ale i další orgány – tzv. vomeronasální orgán (je v dutině patra a ústí do nosní dutiny) analyzující chemické podněty přicházející zvenčí a orgány na vnímání tepla (termoreceptory), které umožňují vyhledávat teplokrevnou kořist (např. u chřestýšů jsou v jamkách mezi nozdrami a očima. Oko je dobře vyvinuté, ale barvy vnímají jen některé skupiny plazů. Má vyvinuté horní a dolní víčko a mžurku (blána, která se přetahuje přes oko od vnitřního k vnějšímu

koutku). U některých skupin (gekoni, hadi) jsou víčka srostlá a průhledná. Většina denních plazů má schopnost barevného vidění. Rovnovážné a sluchové ústrojí je podobné jako u bezocasých obojživelníků. Je vyvinuto střední ucho s bubínkem (u hadů chybí) a se sluchovou kůstkou (columella), ve vnitřním uchu je blanitý labyrint a jednoduchá lagéna. V životě plazů sluch nemá výraznou úlohu. Ze žláz s vnitřní sekrecí má význam hypofýza (ovlivňuje barvoměnu). Sekreční funkce jednotlivých žláz (štítná žláza, příštítná tělíska, nadledviny, brzlík, slinivka břišní a gonády) se mnoho neliší od obojživelníků. Trávicí soustava je obecně u jednotlivých skupin v podstatě shodná s některými odlišnostmi u jednotlivých skupin. Plazi mají vyvinutý chrup (homodontního typu – stejnocenné zuby). V ústech se nacházejí slinné žlázy, jejich přeměnou se vytvářejí žlázy jedové (hadi). U želv ozubení chybí. Jazyk je vyvinutý, někdy slouží k lovení potravy (chameleon). Šupinatí mají konec jazyka rozeklaný – slouží k zachycování chemických podnětů z vnějšku (chemorecepce). Trávicí trubici členíme na hltan, jícn, žaludek a střevo ústící do kloaky. Hltan a jícn se může roztáhnout (hadi) – význam při polykání potravy. Dýchání je výhradně plicemi, které mají jednoduchou stavbu. Jsou většinou párové, u protáhlých typů se vyvíjí jen jedna část. Hlasové projevy vydávají jen některé druhy (gekoni, želvy, krokodýli). U chřestýšů je zvuk vydáván chřestěním rohovitým koncem ocasu. Cévní soustava je obdobná jako u obojživelníků. Dále dochází k rozdělování srdce na levou polovinu s okysličenou krví a na pravou polovinu s redukovanou (odkysličenou) krví. Tvoří se podélná přepážka, která dělí komoru na dvě. V různém stupni je přítomna u všech plazů, u krokodýlů je téměř úplná. Rozmístění vývodů oblouků aorty již umožňuje, že většina redukované krve proudí do plic a oxidované (okysličené) pravým obloukem aorty do těla. Urogenitální soustava se již značně liší od obojživelníků. Jako vylučovací orgán slouží metanefros (pravá ledvina). Vývodem jsou sekundární močovody (uretry) – ústí do kloaky. Močový měchýř mají jen želvy a většina ještěřů. U pozemních forem je dusík vylučován jako kyselina močová s výkaly (nutnost šetřit vodou), u vodních forem se většinou vylučuje amoniak a močovina.

Gonády jsou párové, spermie jsou odváděny primárními močovody (Wolfovy vývody). Ke kopulaci slouží penis (želvy) nebo tzv. hemipenis – párový útvar u kloaky – vniká do kloaky samice, kde dochází k oplození. Z vaječnicků vajíčka odcházejí vejcovody (Müllerovy vývody). Vajíčka jsou bohatá žloutkem, s měkkou, papírovou skořápkou (šupinatí) nebo s vápenitou skořápkou (želvy). Během vývoje vajíčka se vytvářejí zárodečné obaly – amnion -

Obaluje zárodek, chorion (seróza) tvoří vnější obal a allantois má funkci dýchací a vylučovací funkci. Většina plazů je vejcorodá. U některých se setkáme s vejcoživorodostí (např. ještěrka živorodá žijící u nás, slepýš). Jen výjimečně existuje i živorodost – vyvíjí se tzv. žloutková placenta nebo až pravá placenta. Vývoj vajec probíhá poměrně dlouho (i 400 dní – hatérie). Pro mláďata je typické, že vaječný obal prorážejí buď rohovitým zubem na čenichu (želvy, krokodýli) nebo tzv. pravým vaječným zubem na mezičelisti (šupinatí). Vylíhlá mláďata plazů se podobají dospělcům, chybí larvální stadium. Plazi se dožívají dlouhého věku. U želv je to až 200 let.

Plazi jsou rozšířeni po celém světě s výjimkou polárních oblastí a Antarktidy. Velké rozšíření jim umožnila různá přizpůsobení, díky kterým jsou nezávislí na vodním prostředí (viz obecná část – plazi). V období nízkých teplot upadají do zimního spánku. V zimním období v chladnějších oblastech plazi vyhledávají podzemní úkryty. Plazi jsou velmi rozšířeni v horkých a suchých oblastech pouští a polopouští. Umožňuje jim to systém hospodaření s vodou a u mnohých druhů i přechod na noční aktivitu. Jiným extrémem jsou mořské želvy, které tráví většinu svého života v mořské vodě a na souš vylézají jen v období rozmnožování. Trvale ve vodě žijí i mořští hadi (ti jsou dokonce živorodí). Plazi se většinou živí živočišnou potravou. Jen málo druhů je býložravých (viz např. leguán mořský). Býložravé byly především vymřelé druhy (někteří dinosauři). Mnoho druhů plazů se specializuje jen na určitou kořist: na ještěrky (užovka hladká), na hady (kobra královská), na vejce (africký vejcožrout). Kořist vyhledávají zrakem (ještěrky, krokodýlové), čichem nebo termolokátorů (chřestýši). Plazi se rozmnožují převážně vejci nebo jsou vejcoživorodí. Vejce kladou na skytá místa s vhodnou vlhkostí a teplotou. Péče o snůšku je známá u indických kober (snůšku střeží) nebo u krajt (snůšku ovíjejí tělem). Někteří krokodýlové staví hnízdo a samice snůšky hlídají a dokonce vyhrabávají líhnoucí se mláďata.

Želvy (Testudines) 12 čeledí, 87 rodů, 245 druhů

Starobylá skupina vodních i suchozemských plazů, jejichž tělo je kryto hřbetním a břišním krunýřem - je to jediná skupina obratlovců, kde pletenec hrudní končetiny je uvnitř hrudního koše.

. Je to stará skupina, která během vývoje prošla jen málo změnami. Želvy mají krátké tělo, které je kryté pevným krunýřem tvořeným svrchní a spodní částí. Ten je na povrchu rohovitým štítem (deskami), pod kterým je pevný kostěný štít, tvořený

dermálními deskami ke kterým přirůstají některé kosti (žebra, obratle, kosti pásem, hrudní kost, atd.). Končetiny mají kráčivé nebo přeměněné k plavání. Nemají zuby, potravu kousají rohovitými okraji čelistí. Dýchají plícemi, u některých vodních druhů slouží k dýchání i pomocné dýchací orgány – např. sliznice v ústech nebo tzv. anální vaky (vychlípeniny kloaky). Želvy jsou vždy vejcorodé.

Želvy se živí většinou dravě, některé druhy jsou býložravé. V současné době je popsáno 270 druhů.

Jediným druhem želvy žijícím u nás na jižní Moravě je **želva bahenní** (*Emys orbicularis*). U nás je velmi vzácný, hojnější je např. v Maďarsku, na jižním a východním Slovensku a na Balkáně. Jiným známým druhem vodních želv je **želva nádherná** (*Chrysemys scripta elegans*) žijící v Americe, a kterou chová mnoho lidí po celém světě. Velmi dravým druhem je **kajmanka dravá** (*Chelydra serpentina*) obývající oblast od Ekvádoru po jižní Kanadu. Ze suchozemských druhů želv chovatelé často chovali **želvu žlutohnědou** (*Testudo graeca*) a **želvu zelenavou** (*Testudo hermanni*), které žijí na jihu Evropy. Dnes je jejich vývoz ze zemí výskytu přísně zakázán a patří mezi chráněné druhy. Největšími druhy želv jsou suchozemské **želva sloní** (*Geochelone nigra*) z Galapág a **želva obrovská** (*Geochelone gigantea*) z atolu Aldabra ze souostroví Seychely, která dorůstá 140 cm a dožívá se až 150 let. Velkých rozměrů dorůstají i mořské druhy želv, například **kožatka velká** (*Dermochelys coriacea*) dorůstající až 250 cm délky a dosahující hmotnosti 500-600 kg..

Lepidosauři (Lepidosauria)

Řád: **hatérie** (Rhynchocephalia)

V období druhohor to byla poměrně významná skupina. Do dnešní doby přežily jen dva druhy. Jsou to plazi s řadou zachovalých starých znaků, kterými se velmi podobají svým vymřelým příbuzným. Například mají zachované temenní oko (to má čočku i rohovku) a vedle hrudních i krční a břišní žebra. Je to skupina, která žila ve stejném období jako dinosauři. Vzhledem se podobají ještěrkám.

Na ostrůvcích u Severního ostrova Nového Zélandu žije **hatérie novozélandská** (*Shenodon punctatus*). Živí se dravě, rozmnožuje vejci a dožívá se stáří několika desítek let.

Řád: **šupinatí** (Squamata)

Tento řád zahrnuje největší množství forem. Je to vývojově pokročilá skupina převážně suchozemských plazů. Nejstarší formy známe z druhohor (trias), jejich hlavní rozkvět nastává však až v třetihorách. Mají většinou protáhlé tělo s oddělenou hlavou a částí trupovou a ocasní. Mají dobře vyvinuté končetiny. Na lebce u nich najdeme několik

kloubních spojení, a proto jsou některé kosti pohyblivé. Tělo mají kryté drobnými rohovitými šupinami nebo štítky a ostny. Řád dělíme na podřády ještěři, hadi a dvouplazi. My se zmíníme jen o prvních dvou

První skupinou je podřád **ještěři** (Sauria). Patří sem kolem 3900 druhů 407 rodů a 17 čeledí. Pro ještěry je typické pravidelné svlékání kůže (i několikrát ročně). Rozmnožují se buď vajíčky (původní způsob rozmnožování) nebo se u nich setkáváme s vejcoživorodostí i s primitivní živorodostí. Většina druhů je suchozemská, některé druhy žijí převážně na stromech nebo obojživelných a vodním způsobem života. Některé druhy mohou měnit své zbarvení (chameleon). Zajímavou schopností některých ještěrů je **autotomie**. Je to schopnost oddělit v případě ohrožení část svého ocasu (mezi ocasními obratli je zvláštní ploténka, kde se ocas může odlomit). Ocas se po odlomení chvíli sám nápadně kroutí a láká na sebe pozornost dravce a jeho oběť může zatím utéci. V místě odlomení dorůstá nová část ocasu, ve které již není vytvořená páteř, ale jen pevné vazivo.

Z mnoha skupin se zmíníme jen o několika. Zajímavou čeledí je čeleď gekonovití (Gekkonidae). Jsou to ještěři žijící v teplých oblastech celého světa. Patří sem na 700 druhů. Dorůstají až kolem 40 cm. Většina druhů má na prstech vytvořené přísavné lamely, které jim umožňují pohyb po kolmých a hladkých stěnách. Jsou to převážně noční druhy s velkýma očima. Loví hmyz, větší druhy i drobné obratlovce. Mají vajíčka často s tvrdým vápenitým obalem. Velmi známým a v zajetí chovaným druhem je **gekon obrovský** (*Gekko gecko*) z jihovýchodní Asie. Je nápadný svými hlasovými projevy (samci vydávají daleko slyšitelné štěkavé zvuky). Dorůstá až 40 cm. Druhem běžným ve Středomoří je **gekon turecký** (*Hemidactylus turcicus*). Najdeme ho zde v noci na zídkách i zdech domů. Jinou velkou čeledí jsou leguánovití (Iguanidae) z teplých oblastí Ameriky, Madagaskaru a z ostrovů Polynésie. Velkých rozměrů (až 2 m) dorůstá stromový druh **leguán zelený** (*Iguana iguana*) z Jižní Ameriky, živící se jak rostlinnou, tak i živočišnou potravou. S velmi zajímavým přizpůsobením se setkáváme u galapážského **leguána mořského** (*Amblyrhynchus cristatus*). Ten se specializoval na mořské řasy, kterými se živí. Dokáže se za nimi na mělčinách potápět. Žije ve velkých společenstvech s vytvořenou vnitřní strukturou.

Příslušníci čeledi chameleonovití (Chamaeleonidae) jsou známí z Madagaskaru a z Afriky. Dokáží velmi dobře šplhat, mají ovíjivý ocas, vychlípitelný, vymrštitelný a lepkavý jazyk, kterým loví kořist, velké, nezávisle na sobě pohyblivé oči. Vzácně v Evropě (jih Španělska) žije **chameleon obecný** (*Chamaeleo chamaeleon*), který dorůstá 25 cm..

Zástupci čeledi ještěrkovití (Lacertidae) jsou u nás zastoupeni třemi druhy. Největším z nich je **ještěrka zelená** (*Lacerta viridis*), která žije jen v nejteplejších oblastech (např. jižní Morava, okolí Prahy). Nejběžnějším našim druhem je **ještěrka obecná** (*Lacerta agilis*), se kterou se setkáme na teplejších, slunných místech na celém našem území. V horských a podhorských oblastech se setkáme s ještěrkou živorodou, která je nejmenším druhem. U nás je vejcoživorodá, na jihu Evropy snáší vajíčka.

Z beznohých ještěřů u nás žije **slepýš křehký** (*Anguis fragilis*) z čeledi slepýšovité (Anguidae). Na povrchu jeho těla již nejsou patrné žádné stopy po končetinách Druhy, které sem řadíme, mají většinou silně redukované končetiny.

Nejmohutnějším, i když ne nejdelším, dnešním žijícím ještěřem je **varan komodský** (*Varanus komodoensis*) z ostrůvku Komodo ze Sundského souostroví z čeledi varanovití (Varanidae). Ten dorůstá délky až 4 m a hmotnosti 250 kg. Dokáže ulovit i velké savce (např. jeleny, prasata). Dokáže zaútočit i ocasem.

Podřád **hadi** (Serpentes) je vývojově nejmladší skupinou plazů (známe je od křídly). Dnes čítají více než 2500 druhů 420 rodů a 10 čeledí. Vývojově představují však pouze jednu z vývojových linií varanovitých ještěřů. U hadů jsou jednotlivé kosti čelistního aparátu volně pohyblivé. Dokonce i obě poloviny dolní čelisti jsou spojené jen vazy (to umožňuje hadům polykat i objemnou kořist). Tělo je beznohé (chybí i kosterní pásma, zbytky jsou jen u původnějších skupin – hroznýšovité mají zachovány zbytky pánve a končetin v podobě drobných drápků po stranách kloaky), velmi protáhlé. Pohybují se plazemím. Mají vyvinuté zuby buď plné k držení kořisti nebo zvláštní jedové zuby - duté s kanálkem nebo rýhované (jedovatí hadi – k vedení jedu do rány z jedových žláz – přeměněné slinné žlázy) umístěné na horní čelisti v její přední nebo zadní části. V ústech mají hadi dlouhý rozeklaný jazyk.

Nemají temenní oko a močový měchýř. Oční víčka mají srostlá a průhledná. Díky protáhlému tvaru těla u nich došlo i k řadě změn ve vnitřním upořádání a tvaru orgánů (např. je u hadů zachován jen pravý lalok plic, aj.). Tělo mají kryté šupinami a štítky, které jim napomáhají při pohybu. Loví živou kořist, kterou polykají vcelku. Přitom se na ni doslova navlékají. Rozmnožují se hlavně vejci, ale nejdeme zde i ostatní typy rozmnožování jako u celé třídy. Dnes je popsána na 2850 druhů.

Známou čeledí jsou hroznýšovité (Boidae). Tito hadi žijí v tropech nového i Starého světa. Některé druhy mají vyvinutou péči o snůšku vajec, o které se stará samice (ovívá je, někdy i zahřívá). Svoji kořist usmrcují ovinutím smyčkami těla. Z mnoha druhů mezi největší patří **anakonda velká** (*Eunectes noteus*), která žije v Jižní Americe a dorůstá délky až přes 9 m a hmotnosti až 300 kg a je tak nejtěžším hadem vůbec. Jiným velkým druhem je **krajta mřížkovaná** (*Python reticulatus*) z jihovýchodní Asie až Filipín. Ta dorůstá až 10 m. Další druhy krajt žijí také v Austrálii a v Africe. Nejznámějším hroznýšovitým hadem je **hroznýš královský** (*Boa constrictor*) ze Střední a Jižní Ameriky. Ve stejné oblasti žijí i mnoho dalších druhů hroznýšovitých hadů.

Do skupiny užovkovitých (Colubridae) řadíme mnoho druhů. Z našich hadů sem patří celkem tři druhy. **Užovka obojková** (*Natrix natrix*), kterou najdeme poblíž vod, **užovka podplamatá** (*Natrix tessellata*), kterou najdeme výhradně u vody (živí se rybami a obojživelníky) a **užovka hladká** (*Coronela austriaca*). Ta u nás žije na suchých, vyhřátých stráních a v dospělosti se živí převážně ještěrkami. Naším

nejvzácnějším hadem je **užovka stromová** (*Elaphe longissima*). Žije jen na jižní Moravě a na Karlovarsku, hojnější je na jihu Evropy a v sousedících oblastech Asie.

Zástupci čeledi korálovcovití (Elapidae) jsou velmi obávaní jedovatí hadi. Patří sem kobry, mamby, bungaři nebo tajpan. Žijí v tropech a subtropích celého světa. Najdeme mezi nimi pozemní i stromové druhy. Znáмым druhem je **kobra indická** (*Naja naja*) z jihu Asie, která při podráždění vztyčuje přední část těla a rozšiřuje krk se známou brýlovitou kresbou. Jiné druhy kober dokáží vystřikovat až na vzdálenost 2-3 m ze svých zubů na útočníka jed. Míří přitom na jeho oči. Nebezpečné jsou i velmi rychlé africké mamby (*Dendroaspis*) s krátkými jedovými zuby. Nejjedovatějším hadem vůbec je australský **tajpan** (*Oxyuranus scutellatus*).

Z naší fauny do čeledi zmijovití (Viperidae) patří jen **zmije obecná** (*Vipera berus*). Patří mezi naše chráněné druhy živočichů. Má účinný jed, ale jen malé množství, a proto není zdravému člověku nebezpečná. Při uštknutí jsou ale ohroženi alergici a děti. Živí se převážně drobnými savci. Zmijovití hadi a také chřestýšoví (Crotalidae) mají dobře vyvinuté sklopné duté jedové zuby. Typickým znakem chřestýšů je tzv. chřestidlo – zbytky svlečené pokožky na konci ocasu. Svoji kořist (teplokrevné savce) dokáží chřestýši vyhledat pomocí zvláštního jamkovitého orgánu s termoreceptory (termolokátoru) umístěného za nozdrou pod okem.

Hadí jedy jsou velmi složité látky bílkovinné povahy. U různých druhů hadů se liší jak složením, tak i vlastním účinkem. Ten se projevuje působením na nervový nebo na cévní systém. V případě uštknutí je určitou ochranou před působením jedu použití speciálního séra. Někdy může ale aplikace této látky způsobit poraněnému člověku silný šok, který může skončit až smrtí.

Nadřád: archosauři (Archosauria)

Řád: **krokodýli** (Crocodylia)

3 čeledi, 8 rodů 23 druhů

Velmi stará skupina, jejíž největší rozkvět byl podobně jako u dinosaurů v druhohorách. Pomineme-li ptáky, je to jediná skupina přežila z ostatních archosaurů. Krokodýli mají velkou, mohutnou hlavu protaženou do rostra, kýlovitý ocas, který je ve vodě poháněn vpřed a poměrně krátké a silné nohy – zadní jsou mohutnější. Kůži mají krytou rohovitými štíty podloženými kostěnými destičkami. Mají vyvinuté druhotné patro a vnitřní nozdry (choany). Mají řadu pokročilých znaků: vyvinutější mozek s vyvinutým neopaliem, téměř rozdělenou srdeční komoru, bránici (není ale svalnatá), částečně rozlišený chrup se zuby zasazenými v jamkách. Dobře plavou, vydrží i dlouho pod vodou. Na souši dobře běhají. Živí se dravě různými druhy obratlovců i mršinami. Mají rozvinutou určitou péči o snůšku vajec a o mláďata. Žijí v tropech celého světa.

Znáмым druhem je **krokodýl nilský** (*Crocodylus niloticus*), žijící dnes v Africe. V mnoha oblastech byl vyhubený. Dorůstá až 6 m. Další druhy krokodýlů žijí v Americe, Asii a Austrálii. Mezi krokodýly patří i kajmani a aligátoři (obývají Ameriku).

Kontrolní otázky a úkoly

1. *Do jakých hlavních skupin dělíme plazy?*
2. *K jakým změnám muselo během fylogenetického vývoje dojít u plazů, aby mohli úspěšně osídlit souš?*
3. *Co to jsou zárodečné obaly a jaký je jejich význam v evoluci obratlovců?*
4. *Které běžné druhy našich plazů znáš?*
5. *Popiš způsoby rozmnožování u plazů.*
6. *Charakterizuj studenokrevné živočichy, jaký je jejich roční cyklus v našich klimatických podmínkách?*
7. *Existuje u plazů péče o potomstvo?*
8. *Srovnej mozek plazů a ryb.*
9. *Jak plazi loví a sbírají potravu?*
10. *Co je to autotomie – jaký je její význam?*
11. *Stručně popiš fylogenetický vývoj plazů.*
12. *Proveď průzkum okolí svého bydliště – jaké druhy plazů zde žijí?*

Třída: Ptáci – Aves 9000 druhů

Ptáci jsou zcela nezaměnitelní: pouze oni, a to všichni, (1) mají *peří* a většina z nich *létá*. Mají stálou tělní teplotu, (2) jsou bipední, (3) hrudní končetina je přeměněna v *křídlo*. U dnešních ptáků (4) chybí zuby, čelisti jsou přeměny v zobák. (5) Všichni jsou *vejcorodí*, vejce jsou velká, bohatá žloutkem a chráněná vápnitou skořápkou. (6) Výrazně je rozvinuta *péče o potomstvo* (inkubace vajec ve hnízdech, krmení mláďat apod.). Ptáci jsou patrně nejrozšířenější skupinou obratlovců, osídlili všechny kontinenty i nejrůznější typy prostředí (včetně vod oceánů). Jsou přímí potomci druhohorních dinosaurů.

Vůdčím prvkem vývojového rozvrhu této skupiny je schopnost letu. Přímou či nepřímou ovlivňuje stav nejrůznějších tělesných znaků – od tělního pokryvu, přes stavbu kostry až po fyziologii dýchání, ale také nejrůznější stránky biologie a ekologie. Možnost přeletů dovoluje průběžné využívání rozptýlených potravních zdrojů a tedy užší potravní specialisaci, dálkové tahy řeší základní problém mírného pásma: sezónní změny v dostupnosti potravy. Současně však neobyčejně vzrůstají nároky na prostorovou a situační paměť, na sociální a behaviorální mechanismy zajišťující setkávání partnerů a úspěšný odchov mláďat. Ve všech těchto směrech nacházíme u ptáků obrovskou škálu nejrůznějších vývojových řešení.

Základní znak ptáků – pero - vzniká vývojovou přestavbou plazí šupiny, je tvořeno keratinem – rohovinou, a v dospělosti neobsahuje žádné cévy ani nervová zakončení. Je duté, neobyčejně lehké, pevné a pružné, svou architekturou připomínající stavbu rostlin. Ze středového ostnu odstupuje kompaktní nosná část pera – prapor. Tvoří jej postranní paprsky s početnými příčnými větvemi, vzájemně propojenými mikroskopickými háčky. Tak je tomu u obrysových per, tvarově a funkčně rozrůzněných na křídelní letky, ocasní rýdovací pera, křídelní krovky další krycí pera, tvořící viditelnou část tělního pokryvu. Jeho zbarvení, informující o druhové příslušnosti, pohlaví a individuálních charakteristikách příslušného jedince, je další z významných funkcí peří. Uplatňují se tu nejen různé pigmenty, ale rovněž způsob jejich rozmístění uvnitř pera a světelná interference. Další součástí péřového pokryvu je vrstva prachového peří s izolační a termoregulační funkcí. Jen některé části těla mají péřový pokryv – nazýváme je pernice (pteryly), na jiných (nažiny, apterie) peří neroste. Některé z těchto nažin se zvětšují v době hnízdění a uplatňují se při inkubaci vajec. Sezónní výměna peří – pelichání, je kritickým úsekem životního cyklu a bývá provázena i specifickými změnami způsobu života.

Keratin, tvořící peří je nesmáčivý, tuto funkci peří doplňuje rovněž olejovitý sekret kostrční žlázy, mohutně rozvinuté u většiny vodních ptáků (např. vrubozobí), nebo prachový pudr volných keratinových granulí (u holubů alternativa prachového peří), který si ptáci roztírají do obrysového peří.

Tělesný plán ptáků je přímo či nepřímou podřízen schopnosti *letu*: (1) kostra je odlehčena a pneumatisována, dlouhé kosti jsou duté, (2) největší kostí těla je prsní kost s vysokým hřebenem, na nějž se upínají mohutné prsní svaly zprostředkující silový

pohyb křídla, (3) nejmohutnější kostí lopatkového pásma je kost krkavčí, která spojuje lopatkový pletenec s prsní kostí, (4) pravá a levá klíční kost srůstají v jednotný útvar – sáňky (furcula), (5) v křídle je specificky redukován počet prstů – zůstává jen 1.-3., záprstní kosti 2. a 3. prstu srůstají v plochou kost carpometacarpus, (6) páteř je členěna na krční, hrudní, bederní, křížovou a ocasní část, plně pohyblivý je však pouze krční úsek s velmi proměnlivým počtem obratlů (10-26). Hrudní obratle jsou nepohyblivé, poslední hrudní, bederní a křížové obratle srůstají s pávevními kostmi v mohutný miskovitý útvar – synsacrum, chrání útrobní orgány před tlakem létacích svalů. U současných ptáků chybí ocas, ocasní obratle jsou redukovány v krátký výrůstek – pygostyl. (7) Žebra mají zvláštní postranní výběžky (processus uncinati) zabraňující přílišnému stlačení hrudního koše při letu. Základním mechanismem plicní ventilace tu ostatně nejsou pohyby hrudního koše jako u savců (viz níže). (8) Zásadním předpokladem ke změně funkce hrudní končetiny se v evoluci ptáků stala přestavba pánevní končetiny, která převzala roli hlavního orgánu pohybu po pevných substrátech. Zvýšení pohybových možností tu bylo dosaženo vznikem nové kosti a dalšího kloubu. Tato kost, kterou u jiných obratlovců (s výjimkou theropodních dinosaurů) nenacházíme, se nazývá *běhák* (*tarsometatarsus*). Vzniká srůstem kostí nártu a dolní řady zánártních kůstek, zatímco horní řada zánártních kůstek srůstá s kostí holenní. Právě toto uspořádání dává novému kloubu a tedy i celé ptačí noze, možnost nejrůznějších adaptivních přestaveb. Ptáci pohybující se převážně po zemi mají dlouhé a silné nohy, u stromových forem je zkrácený běhák a nejrůznější specifické úpravy prstů, vodní ptáci mají různým způsobem tvarované plovací blány apod. Žádný pták nemá více než čtyři prsty, většinou jsou tři na přední a jeden (palec) na zadní straně nohy. U stromových skupin (např. šplhavci, srostloprstí, papoušci) je časté uspořádání 2+2 (zygodaktylie), u některých je využíváno jako alternativa polohy 3+1 – prst, který to umožňuje nazýváme vratiprst. U rorýsů jsou všechny 4 prsty orientovány dopředu, u pozemních bývá naopak zadní prst redukován, u pštrosa jsou zachovány pouze dva prsty.

Lebka ptáků je velmi kompaktní: mozkovna má tvar jednolitého pouzdra, švy mezi jednotlivými kostmi nelze rozlišit. Podobně jako u plazů jsou očníce umístěny před mozkem a lebka je k páteři připojena jediným kloubem. Pro čelistní část lebky je charakteristické poměrně volné spojení jednotlivých kostí a jejich dopředu vytažený až tyčkovitý tvar. Vlastní čelistní kloub doplňuje pohyblivá kost čtvercová (umožňující jemnou manipulaci špičkou zobáku), u papoušků je pohyblivá i horní čelist.

Dnešní ptáci (podobně jako želvy) nemají zuby, čelisti jsou přeměněny na zobák, krytý rohovitou ramfotékou. Jeho tvar a velikost předurčují možnosti potravní orientace svého nositele a v tomto směru patří tedy k nejcharakterističtějším znakům jednotlivých vývojových linií. U ptáků konzumujících náraz velké objemy potravy je vyvinuto kapsovité rozšíření jícnu – vole. Žaludek má dvě části – žláznatou a svalnatou, kde za pomoci spolykaných kaménků je potrava mechanicky drcena. Vlastní trávení probíhá v tenkém střevě. U forem živících se zelenou rostlinou potravou (např. jeřábi, pštroši, kachny, husy) nacházíme mohutná slepá střeva se symbiotickými bakteriemi, rozkládajícími celulózu. Trávicí trubice ústí do prostorné kloaky, v níž dochází ke zpětnému vstřebávání vody. Platí to i pro ptačí moč – výsledný produkt je tak téměř bezvodý a tvoří charakteristický bílý povlak ptačího trusu. Takovouto úsporu vody umožňuje fakt, že hlavní složkou ptačí moči je podobně jako u většiny plazů takřka nerozpustná kyselina močová. Do kloaky ústí i vývody pohlavních žláz, u některých ptáků se zde nachází i vychlípitelný penis, u mladých ptáků se do kloaky otevírá vakovitý útvar zvaný bursa Fabricii, který je podobně jako brzlík savců základní součástí imunitního systému.

Ptáci nemají bránici (typickou pro savce), plíce jsou napojeny na 5 páry podkožních plicních vaků, jejichž stlačováním je vzduch aktivně proháněn plícemi: k výměně plynů tu tak dochází dvakrát – při nasávání i při vytlačování vzduchu. Specifická je i vnitřní stavba plic, chybí tu plicní sklípky, rozvinut je zato složitý systém vzdušných cév – bronchiol, díky němuž dokáží ptáci bez problému dýchat i ve velkých výškách s nízkou tensí kyslíku.

Ptáci mají výrazně rozvinutý mozek s mohutným mozečkem, výraznými optickými centry (tektum středního mozku). Hlavními integračními centry koncového mozku jsou mimořádně rozvinutá basální ganglia – striatum.

Dominantními smysly ptáků jsou zrak a sluch. Oko ptáků je mimořádně velké, stejně velké jako mozek, u velkých orlů a sov je stejně velké jako oko člověka. Tvarem a některými dalšími vlastnostmi se poměrů u jiných skupin obratlovců liší. Mají několik typů čípků se zvláštními olejovitými kapénkami. Akomodace se děje jednak změnami tvaru čočky jednak změnami tvaru a vyklenutí oční koule, zvláštním orgánem nejasné funkce je bohatě prokrvený hřebínek vybíhající z centra sítnice a dosahující u některých ptáků až k čočce.

Zrakové podněty hrají zásadní roli rovněž v sociálním životě ptáků. Stejně významné jsou však také podněty sluchové. S nepatrnými výjimkami mají všichni ptáci různé

hlasové projevy, některé s velmi specifickou významovou rolí. Hlasový orgán ptáků – syrinx – se nachází na bázi průdušnice, v místě, kde se rozděluje na průdušky. Tato soustava membránových svalů dosahuje zvláštní složitosti u pěvců, u nichž se stává zpěv jedním z hlavních prvků sociálního života.

Typický ptačí zpěv produkují zpravidla pouze samci. Informují jím okolní příslušníky svého druhu o svých individuálních kvalitách a především o tom, že území z něhož se hlas ozývá, je již obsazeno a nezvaný návštěvník bude odsud vyhnán. Zpěv tedy vymezuje území, které samec pokládá za své vlastnictví - v první řadě je to bezprostřední okolí hnízda, hnízdní okrsek. V případě, typickém pro pěvce, kdy hnízdní okrsek a území, v němž hnízdní pár hledá potravu (tzv. potravní okrsek) jsou shodné, se tak zpěv stává velmi úsporným prostředkem optimálního rozdělení prostoru a zabezpečení optimální populační hustoty. U ptáků se ovšem setkáváme i s jinými typy uspořádání, např. s hnízděním v koloniích, kdy hnízdní okrsek bývá omezen pouze na vlastní hnízdo. Kolonie skýtá účinnou obranu před predátory, avšak za potravou se její příslušníci musí každodenně rozletovat velmi daleko.

S hnízděním jsou spojena nejrůznější specifická přizpůsobení, složité zasnubní rituály, stavba hnízda, inkubace vajec a u krmivých ptáků krmení mláďat. Mláďata se v takovémto případě líhnou holá a po dobu pobytu v hnízdě jejich péřový šat tvoří pouze prachové peří. Takováto mláďata označujeme jako nidikolní - jsou typická pro pěvce, tučňky, trubkonosé, brodivé, dravce, sovy, kukačky, lelky, srostloprsté a šplhavce. U jiných skupin např. běžců, vrubozobých či hrabavých jsou mláďata ihned po vyklubání schopna samostatného života a hnízdo opouštějí. Taková mláďata označujeme jako nekrmivá (nidifugní). U drobných pěvců a řady dalších skupin dosahují ptáci pohlavní dospělosti již v prvním nebo v druhém roce života, u velcí dravci, albatrosů dosahují pohlavní dospělosti v teprve ve třetím až pátém roce života. Drobní pěvci se dožívají pouze několika málo let, velké formy jiných řádů i několik desítek let (papoušci, vrubozobí, trubkonosí aj.). Takovéto poznatky byly získány především kroužkováním. Tato metoda individuálního značení přinesla také řadu poznatků o sezonních tazích, jimiž obyvatelé chladnějších oblastí řeší sezonní nedostatek potravy. Mnozí naši pěvci a další ptáci tak táhnou až do střední i jižní Afriky. Jednotlivé kusy se však pravidelně vrací na táž místa jak v době hnízdění tak v době zimování. Při tahu se orientují jednak podle polohy nebeských těles jednak prostřednictvím magnetického smyslu, který byl u ptáků lokalizován v sítnici oka.

Aktivní let

Pouze 4 skupiny v historii živočichů získaly schopnosti aktivního letu: hmyz, ptáci, vymřelí ptakoještěři a letouni. Všechny ve srovnání se svými nelétavými příbuznými dosáhly všechny nemalého rozvoje a rozšíření. Fyzikální vztah mezi hmotností, plochou křídel a vztlakovou silou potřebnou k udržení ve vzduchu však neúprosně omezil jejich tělesnou velikost. Největší z létajících ptáků – albatrosi, kondoři, labutě či dropy dosahují hmotnosti kolem 15 kg, největší z ptakoještěřů s rozpětím do 10 m vážili jen o několik kg více. Největší ptáci – pštrosi a jejich vymřelí příbuzní schopnost letu ztratili. Se svými 150-200 kg jsou ovšem proti mnohatunovým největším savcům spíše trpaslíky.

Základním faktorem funkčních možností křídla je jeho tvar: u rychlých letců, pronásledujících kořist ve volném vzdušném prostoru (vlastovky, rorýsi, sokoli) je křídlo uzké a špičaté, naopak u forem s pomalým, ale dokonale manévrovaným letem (např. krahujcovití) je křídlo krátké a široké, ptáci plachtící ve vzdušných proudech mají křídla dlouhá a široká s výrazným terminálním rozšířením. U ptáků zprostředkují takovéto tvarové posuny změny v počtu a délce ručních, loketních a ramenních letek, u netopýrů vede ke stejnému efektu relativní prodlužování nebo zkracování jednotlivých prstů. Důležitými faktory jsou rovněž délka a tvar ocasu, celkové aerodynamické charakteristiky těla a – samozřejmě – také výkonnost a uspořádání létacích svalů.

Systém a fylogeneze: Většina čeledí a řádů představuje přirozené skupiny jasně odlišené vývojově stabilizovanou potravou a ekologickou orientací a s tím souvisejícími zvláštnostmi tělesné stavby. Vzájemné vztahy těchto přirozených jednotek nejsou však zdaleka jasné. V rámci dnešních ptáků se tradičně oddělují dvě hlavní vývojové linie: jednu označujeme jako běžce, druhou, kam patří většina dnešních ptáků, jako letce. V rámci druhé skupiny se nápadně vyděluje největší ptačí řád - pěvci, zahrnující více než polovinu všech druhů třídy.

+ Praptáci

Tato sběrná skupina jurských a křídlových forem se díky nálezům z posledních desetiletí čítá dnes několik rodů. Za všechny připomeňme např. rody *Sinornis* či *Confuciornis* z Číny. Nejznámější formou však zůstává *Archaeopteryx lithographica* ze svrchnojurských litografických břidlic u Solenhofenu v Bavorsku. *Archaeopteryx* představuje přímo učebnicový příklad vývojového „spojovacího článku“ – nese mozaiku moderních ptačích znaků a starobylých znaků plazích. Má pětí, běhák, typický srůst klíčových kostí-furkulu, rovněž stavba lebky a pánve je ptačí, současně však má dlouhý ocas, z křídla vystupují 3 volné prsty opatřené drápy, čelisti jsou ozubené, chybí souvislá prsní kost, atd. Takřka všechny tyto znaky sdílí s jinými theropodními dinosaury, z nichž někteří byli rovněž opeření. Dosud známí praptáci, stejně jako většina křídlových ptáků (často ještě ozubených – např. *Ichthyornis*) nemají žádné přímé vývojové vztahy k dnešním skupinám, přestože bezprostřední předci dnešních ptáků byli patrně již jejich současníky. Většina dnešních řádů však vzniká teprve v průběhu třetihor.

Běžci: Pštrosi (Struthioniformes) a Tinamy (Tinamiformes)

6 čeledí 15 rodů 55 druhů

Skupina řádů, s výrazně starobylými znaky na lebce, představující patrně pozůstatek skupin vývojově stabilizovaných již koncem druhohor. S výjimkou letuschopných jihoamerických tinam (zhruba 45 druhů), připomínajících drobné lesní kury, jde o velké (až 150 kg) nelétavé formy se zakrnělými křídly, miskovitou prsní kostí bez hřebene, ztrátou pneumatisace kostí, mohutnými běhavými nohama a specifickými redukcemi stavby per. Pro všechny je typická polygynie a převažující podíl samce na inkubaci vajec a odchovu mláďat. Mláďata jsou nekrmivá. Je to skupina donedávna rozšířená takřka ve všech oblastech jižní polokoule.

Pštros dvouprstý (*Struthio camelus*), z polopouští Afriky, je největším žijícím ptákem, jeho umělý chov je provozován nyní i u nás. Pampy Jižní Ameriky obývají dva druhy nanduovitých (Rheidae), v Australii žije emu australský (*Dromaius novaehollandiae*), na Nové Guinei pralesní kasuáři. Novozélandští zástupci této skupiny (ptáci moa), stejně jako vůbec největší ptáci – až 450 kg vážící Aepyornitidae na Madagaskaru byli vyhubeni teprve člověkem. Zvláštní skupinou běžců jsou novozélandští kiviové, převážně hmyzožraví noční pozemní ptáci velikosti slepice s dlouhým zobákem a vynikajícím čichem.

Letci (Carinata)

Tučňáci (Sphenisciformes)

1 čeleď 6 rodů 17 druhů

Vysoce specialisovaní nelétaví mořští ptáci žijící v chladných vodách jižní polokoule. Jsou výlučně rybožraví, většinu života tráví v moři. Plavou, podobně jako severské alky, pomocí křídel, potápějí se až do hloubek přes 200 m. Na souš vystupují pouze v období hnízdění a pelichání.

Většina druhů hnízdí v norách na subantarktických ostrovech, největší dva druhy tvoří početné hnízdní kolonie i ve vnitrozemí Antarktidy kde musí vzdorovat teplotám až -60°C . Tučňáci jsou vzdálenými příbuznými trubkonosých s nimiž je spojují i některé zvláštnosti hnízdní biologie.

Trubkonosí (Procellariiformes)

4 čeledi 23 rodů 92 druhů

Rybožraví ptáci s charakteristickými trubicovitými nozdrami lovící potravu z hladiny oceánů. Většinu života tráví plachtěním nad volným oceánem, na souši se zdržují pouze v době hnízdění a pelichání.

Podobně jako tučňáci, dokáží dlouhodobě shromažďovat v žaludku velké množství olejovité tekutiny, kterou krmí mláďata. Na inkubaci vajec (1-2) a krmení mláďat se střídají oba rodiče, s periodou několika dnů. Mohou tak využívat i velmi vzdálené potravní zdroje. Největší z těchto ptáků – albatrosi s rozpětím přes 2 m, se střídají na hnízdě po deseti dnech. Pták, který není na hnízdě, proletí během této doby bez

přistání až 15 000 km. Těžiště rozšíření trubkonosých je na jižní polokouli, na pobřežích severních moří hnízdí několik druhů buňáků, připomínajících racky. Buňáci se vzácně objevují i u nás.

Potáplice (Gaviiformes)

1 čeleď 1 rod 5 druhů

Poměrně velcí, dekorativně zbarvení rybožraví obyvatelé severských jezer, u nás vzácně jako zimní hosté.

Potápky (Podicipiformes)

1 čeleď 6 rodů 20 druhů

Obyvatelé sladkých stojatých vod, lovci drobných ryb a vodního hmyzu s hydrodynamickým tvarem těla a úzkým šídlovitým zobákem. Neobyčejně obratný pohyb pod hladinou jim umožňuje zvláštní úprava nohy s prsty rozšířenými plochým lemlem, pracující jako vrtule. U nás hnízdí 4 druhy, nejhojnější a největší z nich je roháč velký (*Podiceps cristatus*).

Veslonozí (Pelecaniformes)

5 čeledí 7 rodů 55 druhů

Do této skupiny řadíme několik skupin výlučně rybožravých vodních ptáků: tereje, faetony, fregatky, pelikány a kormorány. S výjimkou posledních dvou skupin, které osídlují i sladkovodní prostředí a jsou zastoupeny i v naší fauně, jde o obyvatele mořských pobřeží, často hnízdící v obrovských koloniích. Jejich společným znakem je zvláštní úprava nohy – plovací blána spojuje všechny čtyři prsty (u jiných skupin jen tři) a hrdelní vak, který je nejnápadněji vyvinut u pelikánů. Stálým příslušníkem naší fauny se v průběhu posledních desetiletí stal kormorán velký (*Phalacrocorax carbo*), hnízdící v početných koloniích na Třeboňsku a na jižní Moravě.

Kormoráni nemají kostrční žlázu. Voda, která pronikne do jejich obrysového peří při potápění podstatně zvyšuje jejich účinnou hmotnost. Po vynoření se ovšem kormoráni musí s charakteristicky rozevřenými křídly sušit. Jejich rybaření je neobyčejně efektivní a při vysoké koncentraci mohou být pro rybníční hospodaření velmi nevíтанou konkurencí.

Brodiví (Ciconiiformes)

6 čeledí 43 rodů 110 druhů

Charakteristickými znaky brodivých jsou dlouhé kráčivé nohy, dlouhý krk a masivní dlouhý zobák. Většina z nich sbírá různé obratlovce a koryše v mělkém příbřeží

sladkovodních stojatých vod. Tři nejvýznamnější skupiny těchto ptáků jsou zastoupeny i v naší fauně: čápi, volavky a ibisové.

Čáp bílý (*Ciconia alba*) je ptákem otevřené krajiny, hnízdícím s oblibou na lidských stavbách, čáp černý (*Ciconia nigra*) hnízdí na stromech uprostřed rozsáhlých lesních komplexů a je takřka výlučně rybožravý. Oba druhy jsou tažné. Většina tropických druhů čápů je mrchožravá (marabu) podobně jako bezprostřední příbuzní této skupiny - jihoameričtí kondoři, dříve řazení k dravcům. Volavky jsou u nás zastoupeny třemi skupinami druhů: pravé volavky, např. volavka popelavá (*Ardea cinerea*), mají dlouhé nohy a dlouhý krk a loví kořist harpunovým vymrštěním ostrého zobáku, kvakoši a bukači mají zavalitější tělo, kratší nohy a krk a potravu sbírají ve spleti rákosin. Kvakoši a volavky hnízdí většinou na stromech, často v koloniích, bukači hnízdí jednotlivě uprostřed rozsáhlých rákosin a patří dnes k vysloveným vzácnostem. Ibis jsou u nás zastoupeni vzácným kolpíkem bílým (*Platalea leucorodia*), který na rybníčních mělčinách vycezuje kuriozně rozšířeným zobákem drobné bezobratlé.

Plameňáci (Phoenicopteriformes)

1 čeleď 1 rod, 5 druhů

V základních charakteristikách připomínají brodivé, mají však zcela odlišně stavěný zobák opatřený množstvím příčných lamel, s jejichž pomocí vycezuji v mělčinách teplých jezerech a přímořských lagun drobné korýše. Hnízdí v obrovských koloniích, do kupovitých hnízd kladou jediné vejce.

Vrubozobí (Anseriformes)

2 čeledi 45 rodů 150 druhů

Typickými představiteli této celosvětově rozšířené skupiny jsou husy, kachny a labutě. Jako zvláštní čeleď řadíme sem ovšem také jihoamerické kamiše, kteří připomínají spíše hrabavé. S touto výjimkou můžeme vrubozobé charakterisovat jako plovavé vodní ptáky. Mají krátké, dozadu posunuté nohy s plovacími blanami. Jejich základní potravní orientaci určuje specifická úprava zobáku, který je podobně jako u plameňáků opatřen serií jemných příčných lamel. Většina vrubozobých je monogamní s velmi pevnými často celoživotními partnerskými vazbami a složitým ritulizovaným chováním. Podobně jako plameňáci mají nekrmivá mláďata avšak většinou poměrně velké snůšky.

Největším příslušníkem řádu je labuť velká (*Cygnus olor*), jedna ze sedmi druhů labutí, původně severský pták, který se v posledních desetiletích stal běžným druhem i u nás. Díky svému dlouhému krku dokáže bez potápění sbírat potravu i z hlubšího dna vodních nádrží. Husy, včetně naší husy velké (*Anser anser*) jsou typickými ptáky severní polokoule. Podstatnou část života tráví mimo vodu a zde sbírají také potravu, zejména zelené části rostlin. Naopak většina kachen získává potravu převážně ve vodě. Na rozdíl od hus a labutí je pro ně typický nápadní pohlavní dimorfismus. Plované kachny, např. kachna divoká neboli březňačka (*Anas platyrhynchos*), se soustředí na hladinu a příbřežní porosty, za potravou

se nepotápějí. Nejdokonalejším hladinovým filtrátorem je lžičák pestrý (*Anas clypeata*), se lžicovitě rozšířeným zobákem, dnes jedna z nejvzácnějších našich kachen. Naopak, potápivé kachny – např. polák velký (*Aythya ferina*) nebo nápadně zbarvený polák chocholačka (*Aythya fuligula*) se potápí a potravu sbírají ze dna vodních nádrží. Ještě výrazněji se tato potravní strategie uplatňuje u rybožravých kachen – morčáků rodu *Mergus*, se kterými se u nás setkáme především v zimě. Zvláštní skupinou jsou zavalité mořské potápivé kachny – kajky. Jejich neobyčejně husté prachové peří je proslulé jako nejdokonalejší přírodní tepelný izolant a z jejich hnízd, jímž je vystýlají, se intensivně sbírá.

Hrabaví (Galliformes)

7 čeledí 76 rodů 264 druhů

Početná celosvětově rozšířená skupina zavalitých, vesměs obtížně létajících ptáků s poměrně malou hlavou, krátkým tupým zobákem, silnými nohama s krátkými masivními drápy. Jsou to typičtí ptáci lesních podrostů či otevřené polní krajiny, Takřka všichni jsou polygynní s výrazným pohlavním dimorfismem, u některých (bažanti, pávi) zcela extrémním. Snůška je početná, mláďata jsou nekrmová. Hrabaví jsou vesměs všežraví či zrnožraví, potravu sbírají ze země či z podrostu. Do této skupiny patří asi nejrozšířenější pták vůbec – kur domácí (*Gallus domesticus*).

Uvedeným charakteristikám se vymykají zejména některé jihoamerické formy, především nejpodivnější z nich – hoacin (*Opisthocomus hoazin*), který je stromový, striktně listožravý, má obrovské vole se symbiotickými bakteriemi a jeho mláďata mají na křídle dva funkční prsty s drápy. Další atypickou skupinou jsou australské taboni, kteří, na rozdíl od všech ostatních ptáků, na vejcích nesedí, ale inkubují je v hromadách tlejícího listí nebo v teplém vulkanickém popelu. Naopak zcela typickými hrabavými jsou velcí lesní kuři severní polokoule – severoameričtí krocani a euasijské tetřevovité. Do této skupiny patří i jeden z našich největších ptáků – tetřev hlušec (*Tetrao urogallus*) i jeho menší dvojník, tetřev obecný (*Tetrao tetrix*). Jinou skupinou jsou bažantovité, pozemní kuři, rozšíření především v oblasti jižní a jihovýchodní Asie. Vedle předka domácího kura, kura bankivského (*Gallus gallus*) sem řadíme např. pávy nebo bažanta obecného (*Phasianus colchicus*) vysazeného u nás v průběhu středověku. Patří sem také původní obyvatelé naší polní krajiny – koroptev obecná (*Perdix perdix*) a tažná křepelka polní (*Coturnix coturnix*), v poslední době opět zpestřující zvukovou kulisu polní krajiny svým nezaměnitelným voláním „pět peněz pět peněz“. Skupinu afrických pozemních kurů reprezentuje perlička kropenatá (*Numida meleagris*), předchůdce perličky domácí.

Dravci (Falconiformes)

4 čeledi 72 rodů 292 druhů

Orli, supi, káňata, jestřábi, sokoli – co spojuje tyto ptáky není těžké odhadnout. Všichni se živí těly obratlovců, jsou masožraví a vybavení k účinnému lovu. Noha je opatřena mohutnými ostrými drápy schopnými silného sevření, zobák je krátký a silný s výrazně

zahnutou ostrou špičkou, u některých (sokoli) ještě s dalším ostrým zubem – zejkiem. Příslušečně dokonalý je zrak i letové schopnosti. Dravci jsou většinou jsou monogamní, pohlavní dimorfismus se uplatňuje především ve velikosti – samice jsou mnohdy až o polovinu větší než samci. Mláďata jsou krmivá, na krmení se podílí obě pohlaví. Dravci jsou dosti nápadní, stávají se snadným terčem lovců a mnohé druhy jsou tak dnes na pokraji vyhubení (sokol stěhovavý, raroh, orli).

Jednotlivé vývojové linie dravců se dosti výrazně odlišují základním rozvrhem svých loveckých strategií a tedy i s tím souvisejícími přizpůsobeními. Zcela zvláštní skupinou jsou sokoli (čeleď Falconidae) s úzkými a špičatými křídly umožňujícími mimořádně rychlý let a pronásledování kořisti ve volném vzdušném prostoru. Sokol stěhovaný (*Falco peregrinus*), jehož hlavní kořisti jsou holubi aj. ptáci, tak dosahuje rychlosti až 180 km/hod. Je nejrychlejším ptákem s takřka celosvětovým rozšířením, na většině území patří však dnes k mimořádným vzácnostem. Naopak, poštolka obecná (*Falco tinnunculus*) patří dnes k nejběžnějším dravcům a běžně žije i uprostřed měst. Má také širší potravní spektrum a kořist často vyhlíží z třepotavého letu nad zemí. Další z našich sokolovitých, drobný ostříž (*Falco subbuteo*) je především hmyzožravý.

Jinou potravní strategii mají zástupci další čeledi dravců – krahujcovití (Accipitridae). Jestřáb (*Accipiter gentilis*) s charakteristickým vlnkovaním na hrudi, stejně jako jeho zmenšenina – krahujec (*Accipiter nisus*) pronásledují ptáky pohybující se ve spleti lesní vegetace. Náš nejhojnější dravec, káně lesní (*Buteo buteo*), podobně jako velcí orli rodu *Aquila*, loví pohybující se pozemní kořist, především drobné hlodavce, kterou vyhlížejí z krouživého letu často velmi vysoko nad terénem. Podobným způsobem lokalizují potravu i mrchožraví supi nebo včelojed (*Pernis apivorus*), který vyhrabává hnízda zemních vos a čmeláků. Luňáci a mořští orli se z podstatné části živí mršinami a rybami, které sbírají z vodní hladiny. Poslední skupinou početněji zastoupenou v naší fauně jsou motáci, pohybující se pomalým váhavým letem nízko nad porosty. Nejhojnějším z nich je pochop rákosní (*Circus aeruginosus*) s výrazným pohlavním dimorfismem ve zbarvení.

Krátkokřídlí (Gruiformes)

12 čeledí 62 rodů 220 druhů

Sběrná skupina pro několik vesměs tropických linií, jejichž společným znakem je robustní tělesná stavba, poměrně dlouhé kráčivé nohy s redukováným a vysoko nasazeným palcem, kratší široký zobák a nekrmivá mláďata. Mnozí z nich obývají příbřežní porosty a rákosiny. U nás hnízdí 9 druhů reprezentujících tři velmi odlišné skupiny: jeřáby, chřástaly a dropy.

Jeřábi (Gruidae) jsou velcí ptáci připomínající šedavě zbarvené čápy s kratším zobákem. Jsou známí svými obřadným svatebními tanci, výraznými hlasovými projevy, monogamií, dlouhověkostí i nápadným tahem a ve většině oblastí se těší nemalé vážnosti. Evropský jeřáb popelavý (*Grus grus*) hnízdí uprostřed rozsáhlých rákosin a na několika místech žije i u nás. Nejpočetnější skupinou řádu jsou chřástali (Rallidae), drobní až středně velcí ptáci zavalitého těla, většinou úzce vázaní na určitý typ vodní

vegetace. Největší a nejhojnější z nich, lyska černá (*Fulica atra*) připomíná kachny a jediná je výrazně hladinovým ptákem. Kožitým lemem prstů připomíná poněkud potápky. Podobně jako ostatní chřástalovití se živí vodními bezobratlými a v menší míře i různou rostlinou potravou. Poněkud menší slípka zelenonohá (*Gallinula chloropus*) opouští jen zřídka spleť přibřežní vegetace a drobní chřástali jsou již plně vázáni na hluboké rákosiny. Opačný extrém představuje chřástal polní, který osídluje podhorské vlhké louky. Jeho vědecké jméno (*Crex crex*) výstižně charakterisuje hlas, kterým se v noci odtud ozývá. Poslední skupinu, žijící na našem území, představuje drop velký (*Otis tarda*), jeden z nejtěžších létajících ptáků, velmi vzácný obyvatel panonských stepí. Z exotických krátkokřídlých stojí za zmínku jihoamerické seriemy (Cariamidae), vysokonozí ptáci s mohutným dravčím zobákem. Jejich vymřelí příbuzní z rodů *Diatryma* a *Phororhacos* dosahovali téměř dvoumetrové výšky, byli nelétaví a dokázali uštvat i velké rychle běžící savce.

Dlouhokřídlí (Charadriiformes)

14 čeledí 82rodů 320 druhů

Skupina celosvětového rozšíření zahrnující několik na první pohled dosti odlišných skupin. Jejich společným znakem jsou (1) dlouhá úzká křídla a rychlý let, umožňující operativní využívání dočasných, mnohdy i dosti vzdálených potravních zdrojů, (2) vazba na vodní prostředí a související přizpůsobení (plovací noha s redukováným palcem, mohutná kostrční žláza). (3) Většina z nich má 3 temně skvrnitá vejce, mláďata po vyklubání opouštějí hnízdo, jsou však průběžně přikrmována. U nás hnízdí 18 druhů, více než dvě desítky dalších se pravidelně či příležitostně objevuje v době tahu. Pomineme-li mořské alky a papuchalky (podřád Alci), zastupující v severských mořích tučňáky, lze dlouhokřídle zařadit do dvou velkých skupin: bahňáci a rackové.

Bahňáci (podřád Limicolae, Charadrii) vybírají prodlouženým pinsetovitým zobákem různé bezobratlé ze zvlhčené půdy při březích vodních nádrží. Kulíci mají kratší nohy a kratší zobák se pohybují na písčinatech a podmáčených loukách. Největší z nich je patrně nejhojnější náš bahňák – čejka chocholatá (*Vanellus vanellus*), charakteristický obyvatel podhorských luk a nížinné krajiny. Další skupinou jsou vodouši, jespáci a břehouši s delšími nohama a delším tenkým zobákem nebo hnědě skvrnitě sluky s kratičkými nohama a velmi dlouhým zobákem, typické pro lesní mokřady a rašeliniště.

Rackové (podřád Lari), charakterističtí výrazně protaženým tvarem těla a zpravidla šedo bílým zbarvením, jsou vázáni na hlubší vody a hodně času tráví přímo na vodní hladině. Hnízdí v koloniích, někdy i značně početných. Většina z nich obývá mořská pobřeží, jediným u nás běžně hnízdícím druhem je racek chechtavý (*Larus ridibundus*). Rybák obecný (*Sterna hirundo*), který připomíná zbarvením i hnízděním v koloniích racka, je podobně jako jiní rybáci rybožravý. Má také užší křídla, vidličnatě vystřižený ocas a svou kořist loví ze střemhlavého letu. Vývojově patrně odlišnou skupinou jsou mořské chaluhy, velcí loupeživí ptáci potravně parazitující na koloniích racků aj. mořských ptáků.

Měkkozobí (Columbiformes)

2 čeledi 45 rodů 320 druhů

Středně velcí ptáci s krátkým zobákem s měkkým ozobím, převážně semenožraví s velkým voletem. V době hnízdění produkuje vole tvarohovitou hmotu, kterou samice i samec přikrmují mláďata. Na rozdíl od ostatních ptáků pijí vodu nasáváním nozdrami. Mají dvě bílá vejce, mláďata jsou krmivá. Pomineme-li několik druhů stepokurů, obývajících polopouště Asie a Afriky, můžeme tuto skupinu charakterisovat jako stromové či skalní ptáky celosvětového rozšíření s těžištěm výskytu v tropech Starého Světa. U nás žije 5 druhů. Domácí holub s širokou paletou nejrůznějších plemen byl vyšlechtěn ze středozemního holuba skalního (*Columba livia*), k jehož zbarvení se zdivočelí holubi po několika generacích vždy vrací.

U nás jsou původní tři lesní a hájové druhy: dutinový holub doupňák (*Columba oenas*), holub hřivnáč (*Columba palumbus*), v západní Evropě běžný obyvatel městských parků, a hrdlička divoká (*Streptopelia turtur*). Náš nejběžnější druh – hrdlička zahradní (*Streptopelia decaocto*), hojná všude v blízkosti lidských sídel, se do střední Evropy spontánně rozšířila teprve ve 40. letech 20. století z Balkánského poloostrova.

Papoušci (Psittaciformes)

1 čeleď 78 rodů 330 druhů

Nápadní, často neobyčejně pestře zbarvení stromoví, převážně zmožraví ptáci, rozšíření na všech jižních kontinentech. Mají mohutný hákovitý zobák s obratným masitým jazykem a krátké uchopovací šplhavé nohy. Patří k nejinteligentějším ptákům, jsou nesmírně učenliví. Většina žije v trvalých párech, hnízdí v dutinách, kde snáší 2-8 bělavých vajec. Mláďata jsou krmivá.

Vedle velkých a chovatelsky atraktivních jihoamerických arů či australských kakaduů třeba zmínit nejčastěji chovaný druh – australskou andulku vlnkovanou (*Melopsittacus undulatus*). Asi nejkuriosnějším zástupcem řádu je novozélandský papoušek soví (*Strigops habroptilus*). Je nelétavý (chybí mu dokonce hřeben prsní kosti, podobně jako pštrosům), noční a živí se šťávou z rozžvýkaných listů a výhonků rostlin. Hnízdí v zemních norách, které vyhrabává výlučně samice. Jako mnohé další druhy papoušků, je ohrožen vyhubením.

Kukačky (Cuculiformes)

2 čeledi 40 rodů 150 druhů

Takřka celosvětově rozšířená skupina stromových i pozemních ptáků, živících se větším hmyzem nebo menšími obratlovci. Charakteristickými znaky kukaček jsou např. čtyřprstá noha s vratiprstem, zobák bez ozobí či stupňovité uspořádání rýdovacích per.

Asi u 50 druhů je znám hnízdní parazitismus. Dokonalým příkladem v tomto směru je naše kukačka obecná (*Cuculus canorus*).

Naše kukačka klade vejce do hnízd celé řady pěvců – rákosníků, pěnic, červenek, ťuhýků apod. Kukaččí vejce jsou relativně malá a často podobná vejcím hostitele. Kukačka průběžně pozoruje potenciální hostitele a umísťuje svá vejce vždy těsně před započítím inkubace. Klade vždy jen jedno vejce do hostitelského hnízda a část původní snůšky přitom odstraní. Mladá kukačka se zpravidla líhne jako první a v prvních dnech života instinktivně vytlačuje všechny sousední předměty – vejce či mláďata hostitele – z hnízda ven. Nicméně, řada hostitelů uplatňuje různé antiparazitární strategie včetně opuštění parazitovaného hnízda a tak celková hnízdní úspěšnost kukačky není příliš vysoká. Z celkově asi 30 nakladených vajec se vzletnosti dožije jen několik mláďat. Naše kukačka je úzkým potravním specialistou – živí se především chlupatými housenkami. Přilétá tak až v květnu a brzo odlétá do afrických zimovišť.

Sovy (Strigiformes)

2 čeledi 24 rodů 145 druhů

Celosvětově rozšíření noční lovci drobných obratlovců a hmyzu s úpravami nohy a zobáku připomínajícími dravce, s nimiž nejsou však blíže příbuzní. Charakteristické jsou obrovské dopředu směřující oči umožňující dokonalé stereoskopické noční vidění a vynikající sluch. Peří kolem zvukovodů vytváří jakýsi „perní boltec“ přispívající k vysoce citlivému směrovému slyšení. Zvláštní uspořádání obrysových per umožňuje sovám zcela neslyšný let. Sovy nemají vole, výrazně jsou rozvinuta slepá střeva. Potravu hltají ve velkých kusech a nestrávené zbytky (kosti, srst, peří) vyvrhují ve formě kompaktních vývržků. Nahromaděliny kosterních pozůstatků pod jejich hnízdy jsou důležitým zdrojem informací o výskytu drobných obratlovců v dané oblasti a v místech, kde se dlouhodobě uchovávají (např. ve vchodech jeskyní), představují také základní objekt paleontologického a paleoekologického výzkumu. Sovy snášejí bílá kulatá vejce, jejich počet se mění podle hojnosti kořisti. Mláďata jsou krmivá, na jejich krmení se podílejí oba rodiče.

Na našem území žije 10 druhů sov, od drobného lesního kulíška nejmenšího (*Glaucidium passerinum*), velikosti špačka, lovičího převážně hmyz, až po mohutného výra velkého (*Bubo bubo*), v jehož potravě se objevují i poměrně velké formy – potkan, ježek apod. Naši nejhojnější sovou je puštík obecný (*Strix aluco*), na půdách budov a ve věžích hnízdí sova pálená (*Tyto alba*), jeden z mála druhů s celosvětovým rozšířením.

Lelci (Caprimulgiformes)

5 čeledí 95 druhů

Noční převážně hmyzožraví ptáci, blízcí příbuzní sovám. Mají plochý rozeklaný zobák s neobyčejně širokou ústní dutinou, po stranách s hmatovými štětinami. Mají krátké nohy s vratiprstem a dlouhá štíhlá křídla. Hnízdí na zemi, kladou dvě vejce, mláďata jsou krmivá.

Nás jediný zástupce, lelek lesní (*Caprimulgus europaeus*), hnízdí na lesních pasekách, má dokonalé krycí zbarvení a v době hnízdění se za letu ozývá tajemným vrčivým hlasem. Lidový název „lelek kozodoj“ připomíná tradiční vysvětlení jeho neuvěřitelně široké ústní dutiny.

Svišťouni (Apodiformes)

3 čeledi 137 rodů 420 druhů

Obě hlavní skupiny tohoto řádu – rorýse a kolibříky spojuje vedle některých anatomických podobností skutečnost, že jde v obou případech o nejdokonalejší letce mezi ptáky. Rorýsi (Apodidae) jsou nejdokonalejšími specialisty na lov hmyzu rozptýleného ve vzdušných výškách. Mají extrémně dlouhá a úzká křídla, neobyčejně rychlý a vytrvalý let - ve vzduchu tráví většinu života a za letu i spí. Hnízdí typicky ve skalách, kratičká noha se čtyřmi dopředu otočenými prsty umožňuje účinné zachycení na skalních stěnách, na zemi je však rorýs zcela bezmocný. Naprostá většina z 80 druhů této skupiny žije v tropech. K nám na krátký úsek léta přilétá rorýs obecný (*Apus apus*), hnízdící u nás takřka výlučně ve skulinách zdí vysokých budov. Druhou skupinou jsou američtí kolibříci (Trochilidae), drobní, pestře kovově zbarvení ptáčci s dokonalou schopností vířivého letu, při němž se dokáží zastavit na místě, plynule měnit posici v kterémkoliv směru a neobyčejnou rychlostí se přemísťovat na vzdálenější místa. Za pomoci dlouhého trubicovitého zobáku sbírají touto technikou květní nektar a pyl a drobný hmyz živící se na květech. Patří k nejvýznamnějším opylovačům jihoamerických pralesů. Většina druhů je nepatrné velikosti, někteří velcí jako čmelák. U obou skupin jsou mláďata krmivá.

K rorýsům patří i jihoasijské salangány (rod *Collocalia*), u nichž se vyvinula i schopnost echolokace, podobně jako u netopýrů. Hnízdí v nepřístupných jeskyních a jejich hnízda tvořená výměškem slinných žláz se intenzivně sbírají jako kulinární specialita („vlaštovčí hnízda“ čínské kuchyně).

Srostloprstí (Coraciiformes)

9 čeledí 47 rodů 210 druhů

Ptáky značně odlišného vzezření, potravní orientace i způsobu života – ledňáčky, zoborožce, dudky, vlhy, mandelíky a další, řazené do tohoto řádu, spojuje na první pohled dost málo: (1) mají malou nohu, kde tři prsty směřující dopředu jsou částečně

srostlé, (2) podobnou stavbu sluchové kůstky a (3) podobnou stavbu vaječných bílkovin. Většinou jsou pestře zbarvení, hnízdí v dutinách a mají krmivá mláďata.

Nejnápadnější z nich jsou asi rybožraví ledňáčci, skupina asi 90 druhů celosvětového rozšíření. Mají velkou hlavou s masivním zobanem a většinou neobyčejně pestré zbarvení. Platí to i o našem ledňáčku říčním (*Alcedo atthis*), který si hrabe asi metr dlouhé hnízdní nory v březích řek. Rovněž další naši zástupci: dudek chocholatý (*Upupa epops*), vlha pestrá (*Merops apiaster*) a mandelík hajní (*Coracias garrulus*) patří k našim nejdekorativnějším ptákům. Jsou to specialisovaní hmyzožravci vzácně hnízdící v teplých nížinách. Jinak je tomu s další velkou skupinou řádu - africkými a asijskými zoborožci (čeleď Bucerotidae), mohutnými, převážně černě zbarvenými ptáky s nápadně mohutným pneumatizovaným zobákem. Ti jsou vesměs plodožraví a představují důležitý faktor obnovy tropického pralesa lesa.

Šplhavci (Piciformes)

6 čeledí 65 rodů 385 druhů

Převážně stromoví ptáci se šplhavou nohou (druhý a třetí prst směřují dopředu, často jsou na bázi srostlé, první a čtvrtý dozadu), vesměs hmyzožraví, hnízdí v dutinách, mají bílá vejce a krmivá mláďata. Těžiště rozšíření této skupiny je v tropech. U nás žije 10 druhů čeledi datlovitých (Picidae) – datel, žluny, strakapoudi a krutihlav. Mezi šplhavce patří i jihoameričtí plodožraví tukani (Ramphastidae) s velkým nápadně zbarveným zobákem.

S výjimkou drobného krutihlava, který se živí mravenci a připomíná způsobem života spíše pěvce, jsou datloví specialisté ve šplhání po kůře stromů s vyhledáváním larev dřevokazného hmyzu. Mají silný dlátovitý zobák jímž tesají ve dřevě prostorné hnízdní dutiny. Zesílená ocasní pera při tom fungují jako opěrná pružina. Během roku vyseká každý kus takovýchto dutin hned několik. Na této nadprodukcii je závislá celá řada dutinových pěvců či stromových netopýrů. Do značné míry je však výhodná i pro stromy - trus a moč, hromadící se v dutinách, oživuje jejich růstovou aktivitu.

Pěvci (Passeriformes)

60 čeledí asi 5300 druhů

Neobyčejně početná a vývojově značně rozrůzněná skupina. Ptáci většinou drobné velikosti (největším pěvcem je náš krkavec) s celou řadou společných znaků v tělesné stavbě (shodný počet letek, obratlů apod.), v uspořádání hlasového orgánu – syrinxu, s běhákem krytým charakteristicky uspořádanými rohovitými šupinami, většinou s párovou teritorialitou a druhově specifickými hlasovými projevy, vymezujícími hnízdní okrsky. Podle uspořádání syrinxu a dalších znaků lze dobře rozlišit čtyři hlavní vývojové linie: (1) jihoasijské loboši a pity, (2) australské lyrochvosti, (3) jihoameričtí křikaví pěvci (tyrani, hrnčířící apod.) a (4) vlastní zpěvní pěvci. První dvě jsou nepočtené

s omezeným rozšířením (celkem 45 druhů), v jihoamerické skupině (asi 1000 druhů) a u zpěvných pěvců (4200 druhů) probíhal vývoj paralelně a setkáváme se tu s četnými konvergencemi. Poslední skupina je u nás zastoupena 20 čeleděmi a zhruba 110 hnízdícími druhy. Patří sem naši nejhojnější a nejznámější ptáci: vrabec, kos, špaček, pěnkava, vrána, střízlík a další.

Rámcovou orientaci v druhovém bohatství zpěvných pěvců a našich forem může poskytnout následující přehled:

(A) Havranovití a jejich příbuzní

Příslušníci této vývojové jednotky se od ostatních pěvců v lecčems odlišují. Jsou to většinou spíše větší ptáci s nepřilíživě libozvučnými hlasovými projevy, kteří ve srovnání s ostatními pěvci jsou buď (1) v nějakém směru extrémní specialisty (**řuhýci** – dravčí lov velkého hmyzu či drobných obratlovců, **žluvy** – sběr masitých housenek v korunovém listoví, mimořádně intenzivní zbarvení, novoguninejské **rajky** – extrémní dekorativnost opeření a členitost zásnubních rituálů, australští **lemčící** – stavba složitých loubí vyzdobených nejrůznějšími ozdobnými předměty) nebo (2) extrémními nespecialisty, jakými specialisty na nespecialisovanost. Tak je tomu u **havranovitých (Corvidae)** a **špačkovitých (Sturnidae)**, početných skupin (dohromady přes 250 druhů), s těžištěm rozšíření ve Starém Světě. Jsou to mimořádně inteligentní ptáci s výrazně rozvinutou schopností učení, nesmírně vynalézaví jak ve vyhledávání vhodných potravních zdrojů tak v reakcích na nejrůznější změny prostředí. Špačkovití jsou v naší fauně zastoupeny jediným druhem (špaček obecný, *Sturnus vulgaris*), havranovití 6 velmi charakteristickými druhy: krkavec, vrány (černá, šedá), havran, kavka, straka, sojka.

(B) Zrnožraví pěvci

Více než třetina pěvců má krátký kuželovitý zobák uzpůsobený ke konzumaci rostlinné potravy, zejména semen a plodů. I oni však svá mláďata většinou krmí hmyzem. Jde o příslušníky tří nezávislých vývojových linií – jejich představitelé žijí i u nás a patří k našim nejhojnějším ptákům.

Pěnkavovití (Fringillidae) jsou většinou vázáni na lesní prostředí nebo alespoň členité parkové či křovinné porosty. Hnízdí na stromech, potravu sbírají v podrostu i v korunách. Nejhojnější z našich 15 zástupců je pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*), pták s nejširší ekologickou valencí, osídlující všechny typy stromových formací od velehorských lesů po ostrůvky zeleně v moři velkoměstských sídlišť. Jeho charakteristický zvučný zpěv je neodmyslitelným prvkem zvukové kulisy evropského lesa. Zvonek zelený (*Carduelis chloris*) nebo zvonohlík zahradní (*Serinus serinus*), bezprostřední příbuzný hojně chovaného kanára (*Serinus canarina*), jsou typickými obyvateli zahrad a parků.

Strnadovití (Emberiziidae) jsou u nás obyvateli teplé otevřené krajiny. Hnízdí na zemi, živí se zejména semeny trav a hmyzem. Nejhojnějším z našich 7 druhů je žlutavě zbarvený strnad obecný (*Emberiza citrinella*).

Třetí vývojovou linií zrnožravých pěvců jsou **vrabcovití (Passeridae)** a jejich bezprostřední příbuzní – afričtí snovačí (Ploceidae), známí svými masovými hnízdy, a asijské astrildy (Estrillidae), s řadou

oblíbených klecových druhů (chůvičky, rýžovníci aj.). Naše dva druhy se výrazně liší svými stanovištními nároky – naznačují to již jejich česká jména: vrabec domácí (*Passer domesticus*) a vrabec polní (*Passer montanus*).

(C) Hmyzožraví pěvci

Sběr hmyzu z vegetace a v jejím okolí je vývojově nepůvodnějším typem potravní orientace pěvců. U většiny vývojových linií tohoto řádu zůstává zachován a také většinu našich pěvců lze rámcově označit za hmyzožravce. Tito ptáci mají špičatý, pinsetovitý až šídlovitý zobák. V jiných znacích se však jednotlivé skupiny nemálo liší. To ukazuje, že jde o složitý komplex vzájemně nepříbuzných vývojových linií.

Od výchozího ekologického rozvrhu skupiny se asi nejvíce odchýlili **vlaštovkovití (Hirundinidae)**, tvarem křídla a dalšími znaky úzce přizpůsobení vzdušnému lovectví, podobně jako rorýsi nebo lelci. Dva z našich druhů – vlaštovka a jiříčka, původně obyvatelé teplých skalních stanovišť, hnízdí u nás takřka výlučně na lidských stavbách, třetí - břehule říční, hnízdí koloniálně v norách hrabaných ve strmých březích a pískovnách. Opačným extrémem jsou běhaví pěvci stepí a polní krajiny – **skřivanovití (Alaudidae)**: skřivani a chocholouš. Otevřená stanoviště a okolí vod preferují rovněž **konipasovití (Motacillidae)**, konipasi a lindušky, štíhlí ptáci s nápadně dlouhým ocasem. Jiným extrémem jsou **skorci (Cinclidae)**, zavalití ptáci s krátkým ocasem, kteří plavou a běhají po dně potoků, kde sbírající drobné bezobratlé (u nás skorec vodní, *Cinclus cinclus*). Dobře odlišitelný od jiných pěvců je i droboučký hnědavý **střízlík (Troglodytes troglodytes)**, osídlující husté spleti křovinné vegetace v lesním podrostu. Spolu se sýkorami, králíčky či brhlíkem, t.j. pěvci sbírajícími kořist dostupnou i v zimě - hmyz ukrytý na povrchu stromové vegetace (skuliny v kůře apod.), patří k několika málo pěvcům, kteří u nás i zimují. **Sýkory (Paridae)** jsou typičtí ptáci stromových korun, hnízdí v dutinách. Největší z 5 středoevropských druhů, sýkora koňadra (*Parus major*) je možná naším vůbec nejhojnějším ptákem. Naši nejmenší pěvci, **králíčci (Regulidae)** vázaní na koruny jehličnanů, si ve spleti převislých větví stavějí uzavřená hnízda. Zavalitý brhlík lesní (**brhlíkovití, Sittidae**) i gracilní šoupálci (**šoupálkovití, Certhiidae**) s charakteristicky zahnutým pinsetovým zobákem, šplhají po kmenech stromů, kde sbírají hmyz ukrytý v borce. Typicky stromovými ptáky jsou i **lejskovití (Muscicapidae)**, lovcí krátkými výlety z pozorovacího stanoviště hmyz létající uvnitř listoví. U nás je tato čeleď, čítající přes 300 druhů zastoupena 5 druhy dvou rodů. Další velkou skupinou jsou **pěnicovití (Sylviidae)**. Patří sem pěnice (rod *Sylvia*), typičtí pěvci křovinných porostů, budníčci (rod *Phylloscopus*), ptáci stromových korun hnízdící v kulovitých hnízdech v přízemní vegetaci, výlučně korunový pták sedmihlásek hajní (*Hippolais icterina*), dokonalý imitátor nejrůznějších ptačích hlasů, a skupina skvrnitě zbarvených pěvců vázaných na rákosiny a přibřežní porosty – rákosníci (*Acrocephalus*) a cvrčilky (*Locustella*). Z 18 druhů pěnicovitých, hnízdících na našem území, je nejhojnější široce rozšířená pěnice černohlavá (*Sylvia atricapilla*) s nápadným velmi libozvučným zpěvem. Poslední velkou skupinou pěvců (přes 300 druhů) jsou **drozdovití (Turdidae)**. Mají zvláštním způsobem uspořádané šupiny na běháku, hnízdí vesměs na stromech, ale potravu sbírají na zemi a v podrostu. U nás hnízdí 16 druhů, které lze rozdělit do dvou skupin: poměrně velké drozdy (rod *Turdus*) jako např. kos, drozd zpěvný, brávník, a menší formy jako červenka, slavík, dva druhy rehků, dva druhy bramborníčků, modráček a bělořit. Někteří z nich, nejtypičtěji kos černý (*Turdus merula*), ještě před 100

lety takřka výlučně lesní pták, jsou příkladem pronikání do lidských sídlišť a přizpůsobování člověku – synantropisace.

Kontrolní otázky:

Porovnejte stavbu křídla ptáků, ptakoještěřů a letounů a posudte rozdíly v možnosti adaptivních tvarových změn: rozšiřování, resp. prodlužování křídla, zvětšování celkové plochy

Srovnejte výhody a nevýhody alternativních úprav jednotlivých faktorů reprodukční úspěšnosti ptáků (velikost snůšky, krmivost a nekrmivost mláďat, složitost hnízdní stavby apod.)

Jaké mají výhody a nevýhody přináší tělesné vlastnosti ptáků pro osídlování extrémních prostředí (např. pouští)? Srovnejte s plazy a savci.

Zkuste porovnat strukturu ptačích společenstev v jednotlivých typech prostředí, která znáte. Kde je více stanovištních specialistů?

Které ptáky můžete pozorovat na zimních krmítkách? Zkuste podle tvaru zobáku zhodnotit jejich potravní orientaci. O kolik se struktura společenstva liší od poměrů v průběhu vegetační doby?

Kteří z našich ptáků hnízdí v koloniích? Jaké potravní zdroje využívají?

Savci (Mammalia) 4300 druhů

Všichni savci (1) živí svá mláďata mlékem, (2) většina z nich je živorodá, výživu zárodku zprostředkuje zvláštní orgán – placenta. Mají stálou tělní teplotu, (3) povrch těla kryje srst tvořená chlupy s výrazně odlišnou stavbou než plazi šupina. (4) Spodní čelist je tvořena jedinou kostí, (5) ve středním uchu jsou tři sluchové kůstky. (6) Čelisti nesou specificky utvářené zuby, vedle jednohrotých zubů mají savci i složité vícehrbolkové zuby – stoličky. (7) Chybí krkavčí kosti, (8) útrobní dutina je rozdělena mohutným plochým svalem – bránicí. (9) Nejdůležitějším smyslem je u většiny savců čich, extrémního rozvoje doznává kůra koncového mozku. (10) Červené krvinky jsou bezjaderné, místo trombocytů jsou zde bezjaderné krevní destičky.

Co do tělesné velikosti, potravních specialisací nebo využívaného prostředí jsou savci asi daleko nejrozrůzněnější skupinou obratlovců. Nejmenší formy (bělozubka nejmenší, netopýrek thajský) váží necelé 2 g, největší jsou řádově milionkrát větší - slon africký váží kolem 5 tun a mořský plejtvák obrovský až 130 tun. Savci dokáží lovit hmyz v kilometrové výšce vzdušného prostoru, provrtávat spleť chodeb půdní povrch, spásat listy v korunách tropického pralesa, lovit ryby v arktických pustinách i obrovské hlavonožce tři kilometry pod hladinou oceánů.

Savci mají podobně jako ptáci stálou tělní teplotu, kolem 37 °C, optimální pro celou řadu enzymatických reakcí. Nejrůznější funkce organismu jsou tak připraveny v neustálé pohotovosti a lze je takřka okamžitě mobilizovat k maximálnímu výkonu. Týká se to m.j. pohybových možností, obraných reakcí, lovecké připravenosti, smyslových funkcí nebo neurálního vyhodnocování smyslových informací. Stálá teplota otevírá možnost stabilního nastavení vstupních parametrů nejrůznějších regulačních mechanismů a zvýšení citlivosti regulace jednotlivých životních funkcí. Všechny tyto přednosti jsou však neobyčejně nákladné. V mimotropických oblastech, kde teplota prostředí se průběžně mění a takřka vždy je výrazně odlišná od teploty těla, padne na vrub stálé tělní teploty mnohdy většina energetických výdajů organismu. Takovýto luxus musel být kompenzován jednak (1) podstatným zvětšením příjmu energie: zvýšením objemu získané potravy a efektivity jejího zpracování, jednak (2) minimalisací energetických ztrát. Přizpůsobení v obou směrech předznamenávají také rozvrh savčí organizace. V prvním směru to jsou nejen specifické úpravy čelistního aparátu, chrupu a trávicího traktu, ale také odpovídající úpravy pohybové a smyslové výbavy, neobyčejně účinně zvyšující efektivitu vyhledávání a zpracování nejrůznějších potravních zdrojů. V druhém směru jde např. o různé prostředky tepelné izolace těla – srst, podkožní tuk, nebo fyziologické mechanismy regulovaného snižování tělesné teploty – denní strnulost některých vačnatců, netopýrů, hmyzožravců či hlodavců, zimní či letní spánek různých hlodavců, netopýrů či šelem.

Jedním z nejnápadnějších znaků savců je jejich tělní pokryv – srst, tvořená různými typy chlupů. Jednotlivé chlupy vyrůstají z hlubokých pokožkových váčků - folikulů, nejsou tedy homologické s peřím či šupinami plazů. I jejich základní složkou je ovšem keratin. Podle funkce rozlišujeme pesíky, vytvářející povrch srsti, a měkčí podsadu, zvláště

hustou u forem chladných oblastí (liška polární, sobol apod.). Sezónně se chlupový povrch obměňuje procesem, kterému říkáme línání. U některých savců může být chlupový povrch druhotně redukován – např. u slonů či nosorožců a takřka beze zbytku u většiny vodních savců – ploutvonožců, hrochů, kytovců a sirén. U dalších může být hřbetní srst přeměněna na ostré bodliny, dobře chránícími před nepřáteli – ježury, bodlíni, ježci, dikobrazi, myš bodlinatá. Zvláštními typy chlupů jsou např. ocasní žíně kopytníků nebo hlavové hmatové vousy, důležitý smyslový orgán takřka všech savců. Kůže savců je prostoupena četnými žlázami různé stavby a funkce. Potní žlázy, vylučující pot, přispívají spolu s odpařováním vody z dýchacích cest k ochlazení těla, pachové žlázy a jejich produkty hrají zásadní roli v sociálním a emočním životě savců, párové mléčné žlázy, charakteristické pro všechny savce jsou již velmi specializovaným orgánem. Jejich počet a poloha je důležitým znakem jednotlivých skupin.

Nemenší význam v životě savců hrají však také další typy kožních derivátů. V bezprostředním vztahu k pohybovým možnostem a získávání potravy jsou různé úpravy koncových článků prstů: drápy, nehty, kopyta. Specifickou obranou svých nositelů jsou šupiny luskounů nebo kožní pancíře pásavců, v sociálním životě mnohých kopytníků hrají zásadní roli rohy (turovití) a parohy (jelenovití), vypovídající o kvalitě svých nositelů.

Lebka savců je masivní, jednotlivé kosti jsou spojeny dobře viditelnými švy. Horní čelist je pevně spojena s mozkovnou, jediným pohyblivým bodem lebky je čelistní kloub. Celý čelistní aparát tvoří ovšem již jen krycí kosti- Kostí, které ještě u plazích předků savců tvořily čelistní kloub, jsou zatlačeny do dutiny středního ucha a mění se na kůstky kladívko a kovadlinka, doplňující původní sluchovou kůstku plazů, nazývanou zde třmínek. Čelistní kosti (horní maxilla a premaxilla, dolní dentale) nesou zuby čtyř, tvarově a funkčně odlišných typů: řezáky - špičák - třenové zuby - stoličky. Funkčními protipóly chrupu jsou jednodrté špičáky s uchopovací funkcí (vždy nejvýše 1 v každém čelistním kvadrantu) a vícehrbolkové stoličky s rozmělnovací funkcí a velkým tvarovým potenciálem (3 u placentálů, 4 u vačnatců). Počet a tvarové úpravy zubů jsou důležitou charakteristikou jednotlivých skupin a úzce souvisí s vývojovým rozvrhem příslušné skupiny a typem konzumované potravy. U savců konzumujících velké objemy rostlinné potravy se rozšiřuje část stoličková a redukují špičáky až po úplné vymizení (rostlinožraví vačnatci, hlodavci, zajícovci, kopytníci, sloni, sirény), u savců zabíjejících jiné obratlovce je tomu naopak (šelmy, různé skupiny hmyzožravců). Druhotně došlo u některých skupin k úplné ztrátě zubů (typické pro mravenožravé formy: ptakořití,

mravenečníci, luskouni) nebo ke ztrátě tvarových rozdílů jednotlivých zubů (kytovci, pásovci, hrabáč). Specialisace na určitý typ potravy vyžaduje obvykle také úpravy dalších znaků. Nejrozsáhlejší přestavby nacházíme u skupin orientujících se na konzumaci zelené rostlinné hmoty (zhruba polovina savců: klokani, koala, lenochodi, někteří primáti, hlodavci, zajícovci, přežvýkaví sukopytníci, lichokopytníci, damani, sloni). Tento potravní zdroj je široce dostupný, je však energeticky chudý a musí být konzumován v mnohem větších objemech než jiný typ potravy a navíc – lze jej využít jen za pomoci symbiotických fermentačních bakterií (živočichové nedokáží rozložit celulózu). U všech takto specialisovaných savců pozorujeme mohutné prodloužení trávicího traktu a zvětšení jeho objemu včetně specifických fermentačních komor, které vznikají buď rozšířením žaludku (sudokopytníci, primáti, vačnatci) nebo zvětšením slepých střev (hlodavci, lichokopytníci). Oba typy fermentace mají své výhody a nevýhody a předurčují poněkud odlišný výběr rostlinné potravy. Proto si např. sudokopytníci a lichokopytníci příliš nekonkurují a v přírodě se obě skupiny vzájemně spíše doplňují. Typickým vývojovým trendem u většiny těchto skupin je zvětšování tělesné velikosti – snižuje se rychlost látkové výměny, tedy i jednotková spotřeba potravy, současně se absolutně zvětšuje velikost trávicího traktu a doba, kterou se potrava může fermentovat. S výjimkou hlodavců, kde podstatným momentem je mechanické rozrušování buněčných stěn, jsou tedy takto specialisovaní rostlinožravci většinou velké formy – nacházíme mezi nimi i největší pozemní savce vůbec (sloni, vymřelí středoasijské nosorožce či jihoameričtí glyptodonti). Zvětšování tělesné velikosti je patrné i u jejich predátorů (srv. velké kočkovité šelmy apod.). Mnohé z těchto skutečností můžeme u savců, jejichž kosti a zuby se dobře uchovávají, sledovat na přímém fosilním záznamu. Paleontologické doklady také ukazují, že velká část dnešních řádů vzniká teprve na počátku třetihor, přičemž jejich předkové stejně jako většina druhohorních savců byli nesespecialisovaní hmyzožravci běžně doplňující svůj jídelníček o lehce stravitelný rostlinný materiál – plody, květy, výhonky. Takovou potravní orientaci nacházíme i dnes u řady hmyzožravců, tan, primátů, letounů i kopytníků (prasata).

Dalším faktorem vývojové úspěšnosti savců jsou úpravy pohybového aparátu. Oproti plazům jsou končetiny pod tělem a nesou celou hmotu tělesné konstrukce. Stranové prohýbání tělní osy, tak jak je známe u většiny obratlovců, včetně plazů, přestalo být nezbytnou součástí pohybu těla a páteř se uvolnila pro vertikální pohyby. Díky tomu se u savců uplatňují nejn takové pohybové módy jako rychlý a vytrvalý běh, cval, klus nebo

výškové či dálkové skákání, ale i jejich operativní střídání. V těchto směrech nemají savci konkurenci. Opět samozřejmě platí, že výchozí rozvrh savčí organizace byl u různých skupin obměňován a často velmi podstatně změněn. U různých stromových forem se tak např. setkáváme s prodloužením končetin a jejich spojení kožní létací blánou využívanou k padákovému letu (vakoveverky, letuchy, různí hlodavci – poletuchy, šupinatky). Druhou nejpočetnější skupinou savců jsou živočichové, kteří dokonce aktivně létají – hmyzožraví netopýři a plodožraví kaloni. Řada vačnatců, hmyzožravců, hlodavců i šelem si hloubí podzemní nory, mnozí jsou na život pod povrchem půdy úzce specialisováni. Další zástupci těchto řádů jsou adaptováni na vodní prostředí, kde loví různé bezobratlé a ryby. Tři skupiny jsou již zcela vázané na prostředí oceánů: (1) šelmy ploutvonožci: tuleni, lachtani a mroži, (2) sirény, spásající porosty vodních rostlin a (3) kytovci – skupina, která se původnímu rozvrhu savčí organizace vzdálila asi nejvíc.

Ve srovnání s jinými obratlovci mají savci (podobně jako ptáci a přičnouští) poměrně malý počet mláďat, jejich odchov je dlouhý a energeticky nesmírně náročný – netýká se to jenom gravidity a vývoje před narozením, ale v podstatné míře i produkce mléka a kojení. Počet mláďat, časové rozvržení rodičovských investic a s tím související růstová dynamika plodu a kojence jsou další faktory, které velmi podstatně určují vývojovou úspěšnost příslušné skupiny. U jednotlivých skupin se tak setkáváme se specifickými kombinacemi těchto parametrů. Většina drobných savců, ale i u šelem má větší počet mláďat, kratší graviditu, mláďata se rodí slepá a holá a musí být dlouho odchovávána v hnízdech (mláďta nidikolní či altriciální). Kopytníci včetně kytovců, zajícovci, sloni nebo primáti mají jedno či dvě mláďata, která jsou záhy po narození schopna samostatného pohybu (mláďata nidifugní či prekociální), jejich kojení je méně náročné než u předchozí skupiny, růst po narození je však relativně pomalejší. Nejnákladnější, co do energetických investic, je odchov mláďat u letounů, kde mláďe je zpravidla jen jedno, je však mimořádně velké, avšak altriciální s poměrně velmi rychlým růstem.

Nezanedbatelným faktorem vývojové úspěšnosti savců se stal rovněž rozvoj mozku a integrace smyslových a paměťových informací. Zvláštního rozvoje v této souvislosti doznává kůra koncového mozku – neokortex.

Systém a klasifikace:

Základní rozdělení na vejcorodé (Prototheria) a živorodé (Theria), stejně tak jako rozdělení živorodých na vačnatce (Marsupialia) a placentály (Eutheria) je celkem jednoznačné. Dosud není však docela jasné,

zda vačnatci jsou skutečně sesterskou skupinou placentálů nebo zda nejsou vývojově bližší vejcorodým. Vačnatci jsou dnes pokládáni za konglomerát sedmi řádu, rozpadajících se na dvě nepříliš příbuzné skupiny: američtí vačnatci (Ameridelphia) a australské vačnatci (Australidelphia). Současné molekulární studie ukázaly, že tradiční klasifikaci placentálů a představy o příbuznosti jednotlivých řádů bude třeba dosti podstatně pozměnit. Tak např. kytovci, skupina patrně nejvíce vzdálená od obvyklých savčích poměrů, jsou sesterskou skupinou hrochů – hovoříme tak dnes o řádu Cetartiodactyla, zahrnujícím jak sudokopytníky tak kytovce. Podobně bylo zjištěno, že zajícovci, jejichž podobnost s hlodavci byla v posledních desetiletích pokládána za výsledek konvergentního vývoje, jsou skutečně nejbližšími příbuznými hlodavců. Zvláště překvapivým zjištěním, potvrzeným řadou nezávislých šetření, je blízká příbuznost savčích řádů, jejichž centrum rozšíření je v Africe. Tato tzv. „africká skupina,“ (Afrotheria) zahrnuje jako samostatné řády bodlíny, vydříky a bécouny, dříve řazené k hmyzožravcům, dále damany, hrabáče, sirény a slony. Další skupinou řádů jsou letuchy, tany, primáti a hlodavci, včetně zajícovců, jinou pak sudokopytníci, sirény a šelmy (včetně ploutvonožců). Vzdáleně jsou s touto poslední skupinou příbuzné řády vlastních hmyzožravců, letounů a lichokopytníků. Zcela stranou ostatních placentálů zůstávají chodozubí, kteří jsou skupinou v mnoha směrech velmi tajemnou.

Vejcorodí (Prototheria): Ptakořití (Monotremata)

2 čeledi 3 rody 3 druhy

Reliktní skupina, přežívající pouze v australské oblasti. Jsou to jediní savci, kteří nejsou živorodí - snášející vejce bohatá žloutkem s měkkou skořápkou, která inkubují v podzemním hnízdě (ptakopysk) nebo v kožním vaku na bříše (ježury). Pro současné zástupce je charakteristická druhotná ztráta zubů a nápadné přestavby na lebce (zobák ptakopyska, prodloužené čelisti ježur), související s jejich potravní specialisací – sběr vodních bezobratlých u ptakopyska, mravenčožravost ježur.

Vačnatci (Metatheria)

19 čeledí 250 druhů

Velká skupina vyvíjející se souběžně s placentály, rozrůzněná na nejrůznější potravní specialisace a pohybové typy, nápadně podobné různým skupinám placentálů (vakokrt, vakorejsci, vakoveverky, vakomyši, vakovlk, vombat, klokani, bandikutí apod.) Od placentálních savců se však všichni liší řadou znaků. Pánev je doplněna o zvláštní oporné kosti bříšního vaku, mají větší počet stoliček, mozek je relativně menší a postrádá některé odvozené struktury - chybí např. útvar propojující hemisféry koncového mozku (corpus callosum). Hlavní odlišnosti jsou ovšem v biologii rozmnožování a ve stavbě pohlavních cest. Mají větší vajíčka, nitroděložní vývoj je však velmi krátký (12 dní u vačice, 38 dní u velkých klokanů), mládě se rodí ve stadiu odpovídajícím dvouměsíčnímu lidskému embryu, aktivně se však musí dostat

k mléčným bradavkám umístěným v břišním vaku nebo břišních kožních záhybech matky, kde probíhá další vývoj.

Australidelphia 170 druhů Australia a Nová Guinea: 4 řády: **kunovci** (Dasyuomorpha): převážně hmyzožraví a masožraví vačnatci (vakovlk, mravencojed, vakorejsci, ďábel medvědovitý apod.), **vakokrti** (Notoryctomorpha) 3 druhy vakokrtů připomínající jihoafrické zlatokrty, **bandikuti** (Peramelomorpha) čeledí – draví, řád **Diprotodonta** zahrnuje více než polovinu druhů australských vačnatců, většina z nich je býložravá – klokani, vombati, koala, vakoveverky, vakoplši aj. Australští vačnatci jsou učebnicovým dokladem konvergence: setkáváme se zde s formami, které způsobem života i tělesnou stavbou nápadně připomínají nejrůznější typy placentálních savců, kteří do australské oblasti nezasáhli (s výjimkou letounů a v novější době myšovitých a člověka).

Ameridelphia 80 druhů Amerika: 3 řády (Didelphomorpha, Paucituberculata, – vačice, vačici apod. Vačice opossum (*Didelphis marsupialis*) obývá hojně i podstatnou část Severní Ameriky.

Placentálové (Eutheria)

Pro všechny je charakteristická velmi komplexní (alantochoriální) placenta, speciální kontaktní orgán vzniklý funkčním srůstem epitelu dělohy (endometria) a zárodečných obalů embrya, dlouhá doba březosti a pokročilé stadium mláděte při porodu. Placenta je velmi složitým orgánem, který má nejen funkci zásobovací a vylučovací ale je současně i účinnou imunitní bariérou i žlázou s vnitřní sekrecí. Její uspořádání je specifické pro jednotlivé vývojové linie. Mezi placentály patří většina dnešních savců.

Chudozubí (Edentata)

4 čeledi 13 rodů 29 druhů

Původně velmi bohatá, výlučně jihoamerická skupina zahrnující m.j. obří pozemní formy, dnes nepočtené pozůstatky tří značně odlišných vývojových linií, z nichž jedna (pásovci) zasahuje i do Severní Ameriky. Mají řadu znaků, jimiž se odlišují od všech ostatních savců (zvláštní stavba obratlů, kolíčkovité zuby bez skloviny apod.).

Mravenečníci (Myrmecophagidae) jsou specialisty na lov mravenců a termitů, mají prodloužené bezzubé čelisti, daleko vysunutelný jazyk a silné drápy k rozhrabávání termitišť. Pozemní mravenečník velký (*Myrmecophaga tridactyla*) dosahuje hmotnosti až 40 kg, zbylé 3 druhy jsou stromové a menší. **Lenochodi** (2 druhy dvou čeledí) jsou výlučně stromoví a listožraví. Vymřelí příbuzní lenochoda dvouprstého, byli pozemní a dosahovali velikosti slona. Největší skupinou dnešních chudozubých jsou pozemní a hrabaví **pásovci** (Dasypodidae: 20 druhů), jejichž tělo kryje složitě stavěný kostěný a rohovitý krunýř. Jsou to noční zvířata s širším potravním spektrem, většinou hmyzožravá.

Afrotheria

Skupina řádů, které na první pohled spojuje jen africký původ, to že Afrika zůstává centrem jejich rozšíření i v současnosti a to, že jejich zástupci většinou mají chobůtkovitě prodloužené nozdry. Jejich těsnou vzájemnou příbuznost prokazuje však celkem jednoznačně podobnost jejich genetické výbavy. Některé z těchto skupin se díky zvláštnostem svých potravních přizpůsobení značně odlišují od jiných savců a jejich příslušníky poznáme na první pohled (chobotnatci, hrabáči, sirény), u jiných naopak zůstal zachován výchozí stav a tyto skupiny byly tak donedávna řazeny mezi hmyzožravce (bodlíni, vydřiči, zlatokrti, bércouni).

Přes nemalé odlišnosti (např. v úpravě chrupu) představují tyto afričtí hmyzožravci překvapivě dokonalé paralely k nepřibuzným skupinám vlastních hmyzožravců či hmyzožravých vačnatců: madagaskarští **bodlíni** (Tenrecoidea) k ježkovitým, vačicím či bandikutům, jihoafričtí **zlatokrti** (Chrysochloroidea) k krtkovitým a vakokrtům, středoafričtí rybožraví **vydřiči** (Potamogalidae) k vychucholům a k jihoamerické vačici vydři. Výjimkou jsou pozemní **bércouni** (Macroscelidea: 4 rody 14 druhů), připomínající tvarem těla drobné klokánky.

Zcela zvláštním zvířetem je mravenčožravý hrabáč kapský (*Orycteropus afer*), jediný zástupce řádu **hrabáčů** (**Tubulidentata**): je to poměrně velký zavalitý savec (40-60 kg), takřka lysý s velmi silným ocasem, mohutnými drápy, dlouhým takřka prasečím rypákem a naprosto ojedinělou stavbou zubů, nosní dutiny a dalších znaků. Neméně podivnou skupinou jsou i **luskouni** (Pholidota 2 rody, 7 druhů), středně velké africké a jihoasijské stromové formy s velmi dlouhým ovíjivým ocasem, jejichž tělo je kryto krunýřem taškovitě uspořádaných rohovitých šupin. Jsou mravenčožraví, mají protažené bezzubé čelisti a daleko vychlípitelný jazyk.

Řádem omezeným na Afriku jsou **damani** (Hyracoidea 3 rody 4 druhy), zavalití býložraví savci připomínající poněkud králíky. Jsou vysoce sociální, žijí ve velkých koloniích, mají mimořádně dlouhou dobu březosti (6-8 měsíců) a i v jiných znacích (např. mozek) připomínají své nejbližší příbuzné – slony. Ty řadíme do samostatného řádu, jehož název zdůrazňuje znak, který je pro tuto skupinu nejcharakterističtější – hlavní uchopovací orgán slonů – chobot. Řád **chobotnatci** (Proboscidea) tvoří nyní pouhé dva druhy: slon africký (*Loxodonta africana*) a slon indický (*Elephas maximus*), původně však šlo o dosti rozrůzněnou skupinu, jejíž zástupci pronikli koncem starších třetihor do řady oblastí a trvale obývali (s výjimkou posledních 14 tis. let) i Evropu či Severní Ameriku (v ledových dobách např. srstnatí mamuti rodu *Mammuthus*). Chobotnatci jsou vysoce specializovanými býložravci se zvláště upraveným chrupem: jeden pár řezáků je přeměněn v mohutné kly a u moderních slonů nacházíme pak v každé čelisti pouze jediný funkční zub. Když je zcela obroušen, vytlačí jej další zub vyvíjející se postupně pod ním. Velikost zubů se tak

průběžně upravuje podle velikosti jedince. Sloni se dožívají až 80 let, rodí jediné plně vyvinuté mládě a pohlavní dospělosti dosahují v 8-14 letech. Samice a mláďata žijí ve větších rodinných skupinách, samci většinou jednotlivě. Sloní kly – slonovina, jsou velmi žádaným artiklem, oba druhy slonů jsou tak nelegálně loveny a patří dnes mezi druhy ohrožené vyhubením. Dalším řádem příbuzným slonům, s podobnými reprodukčními charakteristikami a některými dalšími znaky, jsou **sirény (Sirenia)** 2rody, 4 druhy), dříve nazývané ochechule. Jsou to velcí mořští býložravci, s vymizelými pánevními končetinami, hrudní končetinou přeměnou na ploutve a s masitou ocasní ploutví, spásající porosty vodní vegetace v mořských lagunách a v ústích tropických veletoků. Největší druh této skupiny – šestitunový severský koroun bezzubý (*Hydrodamalis gigas*) byl vyhuben námořníky v 18. století.

Hmyzožravci (Insectivora, Lipotyphla)

5čleď 374 druhů

Poměrně bohatá skupina vesměs drobných savců, u nichž je zachována celá řada původních znaků savčí organizace, včetně výchozí potravní orientace - hmyzožravosti. Je to skupina vyvíjející se na severních kontinentech, která do australské oblasti, Jižní Ameriky či na Madagaskar nikdy nepronikla. Pro všechny je vůdčím smyslem čich, zrak není příliš rozvinut, u podzemních krtků je zcela redukován. Mají zpravidla protaženou zašpičatělou nosní část hlavy a větší počet ostrohranných zubů s dobře odlišenými zubními typy. Rodí větší počet nesamostatných (altriciálních) mláďat a jsou většinou krátkověcí.

Pomineme-li dva druhy karibských štětinatců, bezprostředně ohrožených vyhubením, rozpadá se tento řád na tři výrazně odlišné skupiny: (1) euroasijské **ježkovité (Erinaceidae)**, pozemní středně velké formy z nichž některé mají hustý bodlinatý šat. Do této skupiny patří i dva druhy našich ježků (ježek západní *Erinaceus europaeus* a ježek východní *Erinaceus concolor*), obyvatelé členité parkové krajiny, běžně osídlující také městské vilové čtvrti a sídliště, kteří nepříznivý úsek roku přežívají v zimním spánku. (2) euroasijské a severoamerické **krtkovité (Talpidae)** – asi 30 druhů, dokonale přizpůsobených hrabavému životu pod povrchem půdy (lopatovitě rozšířené přední končetiny, válcovité tělo apod.). Typickým představitelem je náš krtěk obecný (*Talpa europaea*), jehož mnohapatrová podzemní bludiště slouží jako trvalá past na nejrůznější půdní bezobratlé (především žížaly), jimiž se krtci živí. Do příbuzenství krtků patří rovněž dva druhy vychucholů (pyrenejský a povolžský), plně uzpůsobených k lovu vodních bezobratlých. (3) Nejmodernější a nejrozšířenější skupinou hmyzožravců jsou **rejskovité (Soricidae)**. Jsou to drobné, velmi pohyblivé, pozemní či vodní formy s klešťovitě upraveným chrupem, které dokázaly osídlit takřka všechna dostupná stanoviště. U nás žije 7 druhů a některé z nich např. rejssek obecný (*Sorex araneus*) nebo bělozubka šedá (*Crocidura suaveolens*) patří k našim vůbec nejhojnějším savcům.

Letouni (Chiroptera)

S téměř tisícem druhů představují letouni druhý nejbohatší savčí řád. Je to skupina, jejíž těžiště je v tropech, kde co do množství druhů i množství jedinců tvoří často vůbec

nejvýznamnější složku savčích společenstev. Základní charakteristikou letounů a zdrojem jejich vývojových úspěchů je schopnost aktivního letu. Letovým orgánem je křídlo: kožní blána napjatá mezi výrazně prodlouženými kostmi paže, předloktí, 2.-5. prstu, prodlouženými kostmi pánevní končetiny a ocasem. S několika výjimkami si letouni nestaví žádná hnízda či úkryty, ale využívají nabídky prostředí, v mnoha případech bezpečných úkrytů v jeskyních či stromových dutinách. Všichni letouni jsou noční, výrazně dlouhověcí (i velmi malé formy se dožívají bezmála 40 let), ročně rodí zpravidla jediné relativně neobyčejně velké, avšak slepé a neosrstěné mládě, které do dosažení vzletnosti musí téměř dva měsíce kojit. U většiny druhů se samice na tuto dobu sdružují do mateřských kolonií, které dosahují mnohdy extrémních početností. Největší kolonie americké tadaridy guánové (*Tadarida brasiliensis*) v jedné z texaských jeskyní čítá 36 miliónů kusů – je to patrně největší seskupení obratlovců vůbec. Samice, které tvoří tyto kolonie, se za potravou musí každou noc rozletovat do vzdáleností mnoha desítek až set kilometrů. Mláďata zůstávají v té době v jeskyni. Pozoruhodné je, že matky dokáží, jak prokázaly genetické analýzy, při raním návratu nalézt ve shluku miliónů mláďat, takřka vždy své vlastní. Uplatňuje se tu další základní vlastnost letounů – jejich mimořádná prostorová a situační paměť. Ta je důležitým faktorem také v osídlení mírného pásma, kde hustota netopýřích populací bývá neobyčejně nízká a základním předpokladem přežití je znalost vhodných zimovišť, v nichž lze úspěšně přečkat nepříznivý úsek roku. Letouny rozdělujeme do dvou podřádů: (1) **Kaloni** (Megachiroptera: 1 čeleď, 32 rodů, 170 druhů) jsou všichni rostlinožraví: živí se plody, nektarem nebo pylem. Orientují se zrakem a ukrývají se většinou v listoví stromů. Osídlují tropické a subtropické oblasti Starého Světa, patří k velmi důležitým opylovačům a rozšiřovačům semen mnohých tropických rostlin a mnohé rostliny jsou k tomuto typu opylování a rozšiřování semen úzce specialisovány (banány, mango apod.). (2) **Netopýři** (Microchiroptera: 16 čeledí, 155 rodů, 80 druhů) jsou primárně hmyzožraví, všichni se orientují především echolokací – sluchovou analýzou ozvěny specifických vysokofrekvenčních hlasů, které vydávají hlasivkami. Do této skupiny patří i všech 23 druhů, které žijí u nás. V tropických oblastech se však setkáme i s netopýry lovicími drobné obratlovce, vodní hmyz a malé rybky apod. Zvláště rozrůzněné jsou potravní specialisace u americké skupiny listonosovitých (Phyllostomidae), kde většina druhů je rostlinožravých, podobně jako starosvětští kaloni – na rozdíl od nich loví také hmyz i menší obratlovce, tři druhy upírů (Desmodontinae) se však živí výlučně krví ptáků a savců, kterou slízávají z prokousnuté kůže.

U nás žijí zástupci dvou čeledí: **Vrápencovití (Rhinolophidae)** jsou specialisty na pomalý dokonale manévrovaný let. Echolokační hlasy vydávají nosem, opatřeným složitě tvarovanými blanitými výrůstky, při zimování visí vždy volně, zabalení do létací blány. **Netopýrovití (Vespertilionidae)** nemají blanité výrůstky na nose, ukrývají se často v různých štěrbinách a nalezneme mezi nimi různé úkrytové a stanovištní specialisty. Mezi nejběžnější patří netopýr vodní (*Myotis daubentoni*), který sbírá potravu v blízkosti vodní hladiny a osídluje stromové dutiny, netopýr velký (*Myotis myotis*), který vytváří početné kolonie na půdách budov, nebo netopýr ušatý (*Plecotus auritus*), typický pro lesní stanoviště.

Primáti (Primates)

13 čeledí, 71 rodů, 233 druhů

Primátům se říká také Nehetnatci. S výjimkou několika starobyklých skupin mají na prstech místo drápů, ploché nehty. Toto uspořádání je důležitým předpokladem manipulační dovednosti prstů, které v této skupině dochází vrcholného uplatnění. Neméně důležitou charakteristikou této skupiny je i rozvoj stereoskopického vidění, oči jsou orientovány dopředu, primáti mají „obličej“. Obě tyto charakteristiky doplňuje značný rozvoj koncového mozku, především jeho asociačních center. Primáti jsou vysoce inteligentní savci s výrazně rozvinutými pohybovými dispozicemi a schopnostmi precizní manipulace s nejrůznějšími předměty. Zvědavost, průběžné podrobné prozkoumávání různých detailů a rychlé sociální učení, příslovečné opičení, patří k jejich nejcharakterističtějším vlastnostem. V naprosté většině jsou primáti stromová zvířata s dlouhým ocasem, u některých chápavým (chápan). Drobné formy (zhruba do 250 g) jsou stejně jako předkové primátů, hmyzožravé, větší jsou všežravé, zpravidla s převahou rostlinné potravy. Pro všechny je však charakteristické široké potravní spektrum a časté obměňování naskytajících se potravních zdrojů. Mnohé druhy jsou vysoce sociální, žijí v početných tlupách s pevnou hierarchickou strukturou. Většina z takřka 200 druhů žije v tropech. Primáti jsou dlouhověcí, mají malý počet mláďat, která jsou záhy po porodu schopná samostatného pohybu (prekociální), člověk je v tomto směru výjimkou.

V rámci řádu celkem snadno rozlišíme dvě odlišné skupiny. První, s převahou starobyklých znaků, druhá s plným rozvojem všech charakteristik řádu.

(1) **Lemuři – Strepsirhini**: madagaskarští lemuři, makiové, indriové a ksukol, asijský outloni a africké komby, celkem XX druhů, mají protažený čenich s psovitým vlhkým nosem (rhinariem), dlouhý dráp na druhém prstu zadní končetiny, zvláště uspořádané spodní řezáky apod. Jsou vesměs hmyzožraví.

(2) **Opice – Haplorhini** mají řídko osrstěný nos, krátký a plochý čenich a postrádají i další znaky předchozí skupiny, kterou připomínají vzezřením a způsobem života pouze **nártouni** (Tarsiidae), trpasličí noční hmyzožravé opičky s obrovskými očima z jihovýchodní Asie. Zbytek této skupiny tvoří jednak jihoamerické **opice ploskonosé** (Platyrrhini): drobní kosmani, tamarini a mirikiny, s drápkovitými nehty,

stromoví chápani a vřešťani, jednak **opice úzkonosé** (Catarhini), rozšířené v Asii a Africe. Sem řadíme africké stromové kočkodany (*Cercopithecus*), africké, převážně pozemní paviány, asijské makaky, z nichž jeden druh – makak magot (*Macaca sylvana*) žije i v severní Africe a na Gibraltaru a skupinu převážně listožravých stromových opic – asijské hulmany a africké guarézy. Druhou vývojovou linií úzkonosých opic představují **lidoopi (Hominoidea)** – velcí bezocasí primáti s kulatou hlavou, širokým hrudníkem, širokou dlaní ruky a redukovaným počtem bederních obratlů. Poslední znak úzce souvisí s napřímením tělní osy a posunem lopatek blíže k páteři. V korunách stromů se lidoopi se pohybují zavěšení na ruku (brachiace), na zemi na nohou, mnohdy vzpřímeně. První typ pohybu převládá u vysloveně stromových asijských gibbonů (rod *Hylobates* 10 druhů) s nápadně prodlouženými předními končetinami a u orangutana (*Pongo pygmaeus*) z pralesů Sumatry a Bornea, afričtí šimpanzi a gorila (*Gorilla gorilla*) jsou spíše pozemní. Zatímco asijské lidoopi žijí spíše v malých rodinách či samotářsky, pro africké je charakteristický život v početných tlupách se složitou společenskou strukturou. V plné míře to platí zejména pro oba druhy šimpanzů – ve střední Africe široce rozšířeného šimpanze učenlivého (*Pan troglodytes*) a vzácného šimpanze bonobo (*Pan paniscus*) z pralesů středního Zairu, který v mnohých tělesných znacích i v různých prvcích chování připomíná stav u člověka (*Homo sapiens*).

Vývojově i některými morfologickými znaky (např. mozek) spadají do okruhu primátů také dva další řády rozšířené výlučně v jihovýchodní Asii: **Tany** (Scandentia, 6 rodů, 20 druhů), převážně stromoví hmyzožraví savci, vnějším vzezřením připomínající veverky, a **Letuchy** (Dermoptera, 1 rod, 2 druhy), jejichž končetiny a ocas jsou začleněny do osrstěné létací blány, s jejíž pomocí překonávají letuchy padákovým letem až stometrové vzdálenosti mezi korunami tropického pralesa. Stejně jako tany mají kompletní chrup připomínající poměry u nespecialisovaných hmyzožravců. Na rozdíl od nich však u letuch chybí řezáky v horní čelisti zatímco v dolní čelisti jsou řezáky nápadně rozšířené do podoby zvláštních hřebínků, sloužících patrně k uvolňování šťávy z měkkých plodů, květů a pupenů, jimiž se živí.

Hlodavci (Rodentia)

29 čeledí, 395 rodů, 1750 druhů

Hlodavci jsou vůbec nejbohatší a nejrozšířenější skupinou savců. Pro všechny je charakteristické zvláštní uspořádání chrupu a čelistního aparátu. V každé čelisti je pouze jediný pár řezáků, které jsou neobyčejně mohutné, dlouhé, nemají kořeny a celý život průběžně dorůstají. Těmito hlodáky dokáží rozrušit i velmi tvrdé součásti rostlinných těl včetně pevných obalů semen, dřevitých stonků apod. Špičáky chybí a za hlodáky následuje dlouhá mezera, diastema. Vlastní zubní řadu tvoří stoličky, u vývojově původnějších skupin doplněné ještě o 1-4 třenové zuby. Všechny zuby v rámci zubní řady mají podobný tvar, specifický pro jednotlivé skupiny. Zubní korunka je většinou plochá a uzpůsobená k rozemílání velkých objemů rostlinného materiálu. U skupin zaměřených na konzumaci tvrdých trav jsou stoličky velmi vysoké, u některých (např. hraboši) mají dokonce neukončený růst podobně jako hlodáky. Hlodavci mají

velké slepé střevo a bakteriální fermentace celulózy probíhá právě tam. Velké formy jako jihoamerická kapybara nebo náš bobr jsou mezi hlodavci výjimkou, v naprosté většině jde o drobné formy „myšovitě“ stavby těla. Ostatně, zdaleka nejpočetnější je právě vývojově nejmladší skupina myšovitých hlodavců (včetně křečkovitých a hrabošovitých) – čítá více než 1000 druhů a dosáhla takřka celosvětového rozšíření. Díky své malé velikosti mohou hlodavci průběžně osídlovat nejrůznější mikroprostředí a využívat i velmi omezených a dočasných potravních zdrojů, které pro by pro větší formy nebo pro užší specialisty byly nedostupné. Podstatným faktorem jejich vývojového úspěchu se však stala nejen jejich generalisovaná hlodavčí konstituce, kterou lze vývojově snadno modifikovat, ale v první řadě úpravy jejich životního cyklu. Zvláště drobní hlodavci jsou formy většinou extrémně krátkověké s mimořádně rychlým populačním obratem. Doba březosti je velmi krátká, mláďata se rodí holá a slepá, ve vrhu jich běžně bývá 6-10. Několik týdnů po narození dosahují však již pohlavní dospělosti a vstupují do rozmnožovacího procesu. U samic nastupuje říje ihned po porodu, takže kojení probíhá současně s březostí a ihned po odstavu jednoho vrhu následuje další porod. Za optimálních podmínek se tak jediný pár myši může během sezony namnožit až na několik tisíc kusů. Rychlý generační obrat a vysoké populační hustoty zesilují působení přírodního výběru a tempo vývojových změn, zejména u myšovitých hlodavců, např. hrabošů, je mnohem vyšší než u jiných skupin savců.

Hlodavce dělíme zpravidla podle úpravy čelistního aparátu do čtyř velkých skupin. Nejpůvodnější z nich jsou (1) veverky, bobři a několik dalších vesměs tropických skupin. Jsou to zpeavidla větší formy, které se v něčem vymykají obrazu myšovitěho hlodavce: bobři jsou velcí obyvatelé vodních ploch, živí se lýkem a výmladky přibřežních dřevin, veverky jsou stromové (veverky, poletuchy) nebo robustní, stanovištně specialisované pozemní formy (sysli svišti). Těžiště těchto skupin je ve Starém světě, veverky jsou nejhojnější v jihovýchodní Asii. Náš sysel (*Spermophilus citellus*), dříve místy běžný, patří dnes stejně jako horský svišť (*Marmota marmota*) k nejhroženějším evropským savcům. (2) Nejpočetnější skupinou hlodavců jsou myšovití včetně několika starobylých skupin, které jim jsou blízké. Jsou to například stromoví plchovití (Gliridae), zastoupení čtyřmi druhy i v naší fauně, nebo myšivkovití (Zapodidae), včetně jednoho z našich nejvzácnějších savců, myšivky horské (*Sicista betulina*). Většinu druhů tvoří však (i v naší fauně) příslušníci tří vzájemně příbuzných skupin: myšovití (Muridae) jsou prakticky všezraví, vedle myšic rodu *Apodemus*, běžných v křovinatých stanovištích (u nás 4 druhy), do této skupiny patří jeden z nejhojnějších savců vůbec – potkan (*Rattus norvegicus*), který se v průběhu 19. století rozšířil s lodní dopravou z východní Asie do celého světa a vytlačil z blízkosti člověka dříve hojnou krysu (*Rattus rattus*), a další z nejrozšířenějších souputníků člověka - myš domácí. Výzkumy posledních desetiletí ukázaly, že myš, zdánlivě dokonale známý živočich, je ve skutečnosti složitým komplexem odlišných druhů. Na našem území žijí dva druhy vázané na člověka – *Mus musculus* a *Mus domesticus*, jejich areály se stýkají na západě ČR. Vedle nápadného křečka obecného (*Cricetus cricetus*) patří do

naší fauny i 7 druhů hrabošovitých včetně vůbec nejhojnějšího savce, významného polního škůdce, hraboše polního (*Microtus arvalis*) a nejhojnějšího savce lesních stanovišť, norníka rudého (*Clethrionomys glareolus*). Mezi hraboše patří i severoamerická ondatra (*Ondatra zibethica*), vysazená v roce 1910 na Dobříši, odkud se záhy rozšířila do celé Evropy. (3) Starobyloou skupinou hlodavců jsou převážně afričtí dikobrazi (Hystricidae), gundiové (Ctenodactylidae) a rypoši (Bathyergidae). Nejznámější z výlučně podzemních rypošů je rypoš lysý (*Heterocephalus glaber*), extrémně sociální savec se složitou dělbou práce připomínající poměry u sociálního hmyzu. (4) Zvláštní skupinou hlodavců, pokládanou někdy za samostatný řád jsou původně jihoameričtí morčatovci (Caviomorpha). Vedle vodní kapybary, horských činčil, stromových osmáků, pozemních agutiů a dalších forem sem patří i američtí dikobrazi – urzonové. Nejznámějším představitelem této skupiny je morče domácí (*Cavia porcellus*), domestikovaný indiány jako potrava. U nás bývá na farmách chována nutrie říční (*Myocastor coypus*).

Zajícovci (Lagomorpha)

2 čeledi, 12 rodů, 60 druhů

Skupina býložravců, která sdílí řadu znaků (např. úpravu chrupu) s hlodavci. Současně se však od nich v lecčems odlišuje (v horní čelisti jsou dva páry řezáků, stoličky a třenové zuby jsou odlišného typu, u většiny dnešních druhů dorůstají celý život, jiný je i typ placenty nebo úpravy mozku atd.). Jednu výraznou skupinu zajícovců představují drobné zavalité pištuchy (Ochotonidae) s kratšími kulatými boltci, obyvatelé skalnatých horských a velehorských stanovišť Asie a Severní Ameriky, druhou jsou vlastní zajíci a králíci (Leporidae), poměrně pestrá skupina různých vývojových linií. Pro většinu jsou charakteristické silné zadní končetiny a dlouhé boltce, fungující rovněž jako tepelný výměník.

Původním obyvatelem naší otevřené krajiny je zajíc polní (*Lepus europaeus*). Nehloubí si nory a rodí osrstěná mláďata záhy schopná samostatného pohybu. Může mít i čtyři vrhy ročně většinou po dvou až třech mláďatech. Menší králík obecný (*Oryctolagus cuniculus*) pochází ze západního středomoří, do střední Evropy byl patrně zaveden Římany. Žije v menších koloniích ve vyhrabaných norách, rodí 5-6 slepých a neosrstěných mláďat a jeho reprodukční obrat je obecně velmi vysoký. Z tohoto druhu byly vyšlechtěny také všechny mnohdy velmi bizarní plemena domácího králíka.

Šelmy (Carnivora)

11 čeledí, 106 rodů, 270 druhů

Pestrá skupina celosvětového rozšíření, zahrnující nejznámější představitele savců: psa, kočku, lva, tygra, lišku apod. Šelmy jsou zpravidla větší savci vybavení k lovu a zabíjení obratlovců, velmi bystrá, hravá a inteligentní zvířata, s obrovskými pohybovými možnostmi. Mají masivní lebku s úplným chrupem, přičemž nejmohutnějšími zuby jsou vedle hrotitých válcovitých špičáků nápadně zvětšené poslední horní třenáky a první

spodní stoličky - tomuto páru zubů, které se stýkají takřka přímými podélnými nůžkovitými hřebeny, říkáme trháky. Jednotlivé druhy se však od tohoto rozvrhu mohou lecčím odlišovat. Šelmy jsou řádem, který je v rámci savců patrně nejvíce rozrůzněn. Platí to třeba již o tělesné velikosti – nejmenší šelma, naše lasice kolčava, dosahuje hmotnosti sotva 100 g, medvěd lední, největší pozemní forma, 800 kg a největší z mořských šelem, rypouš sloní až 2,4 tuny. Mnohé šelmy konsumují v nezanedbatelné míře rostlinou potravu, výlučně býložravá je např. panda velká, živící pouze bambusovými výhonky. Zcela masožravé jsou mnohé kočky, někteří z vymřelých šavlozubých tygrů se živili patrně hlavně krví své kořisti. Lachtani, tuleni a mroži jsou mořští, loví ryby a větší bezobratlé a na souš vystupují jen v době rozmnožování. Jejich končetiny jsou přestaveny na ploutve, dříve byli oddělováni do zvláštního řádu ploutvonožců. V jiných znacích se však od ostatních šelem příliš neliší, pocházejí navíc z různých linií suchozemských šelem a spojují je pouze druhotná přizpůsobení souvisící s životem v moři. Přechod do vodního prostředí dobře ilustruje jedna skupina lasicovitých šelem – vydry. Mnohé tropické šelmy jsou stromové, jiné si hrabají rozsáhlé podzemní nory. Příkladem druhé skupiny může být náš jezevec, šelma, v jejímž jídelníčku dominují žížaly. Řada druhů je sociální s obrovským rejstříkem výrazových prostředků a typů sociálního chování. Šelmy rodí zpravidla větší počet málo vyvinutých mláďat a potenciálně se mohou poměrně rychle množit – tedy pohotově reagovat na zvýšení početnosti své kořisti. S tím souvisí zásadní ekologická role této skupiny: jsou faktorem regulujícím početnost býložravců a omezujícím nebezpečí vyčerpání jejich potravních zdrojů.

Vývojově se šelmy rozpadají na dvě velké skupiny: (1) Psotvaré šelmy (Caniformia): lasicovité, mývalovité, medvědovité a psovité, a (2) Kočkotvaré šelmy (Feliformia): cibetkovité, promykovité, hyenovité, a kočkovité. Ploutvonožci (dříve chápaní jako samostatný řád Pinnipedia) jsou součástí linie psotvarých šelem - lachtani a mroži jsou vývojově spjatí s medvědovitými, tuleni s lasicovitými. Nejpočetnějšími skupinami šelem jsou čeledi zahrnující spíše drobné formy - cibetkovité (Viveridae 35 druhů) a promykovité (Herpestidae 40 druhů), rozšířené v Asii a Africe a zejména pak lasicovité (Mustelidae 70 druhů) s celosvětovým rozšířením, zastoupené 10 druhy i u nás (lasice, hranostaj, tchoři, kuny, norci, jezevec, vydra). Šelmy v naší fauně pak doplňují 3 druhy kočkovitých šelem (kočka domácí, kočka divoká, rys ostrovid), 4 druhy psovitých šelem (pes domácí, vlk, liška, psík mývalovitý), medvěd hnědý a mýval. Některé z našich šelem byly v minulosti na většině území vyhubeny (norek evropský, vydra, vlk, rys, medvěd), některé z nich byly opětovně vysazeny (rys), další druhy se rozšířily z kožešinových farem (norek americký, psík mývalovitý, pesec). Kočka domácí (*Felis silvestris* forma *catus*) a pes (*Canis lupus* f. *familiaris*) patří k nejdůležitějším a nejdříve domestikovaným savcům.

Lichokopytníci (Perissodactyla)

3 čeledi 6 rodů 17 druhů

Malá skupina velkých pozemních býložravců: tapíři, nosorožci a koně. Název skupiny připomíná utváření nohou – funkční je tu buď jeden (koně) nebo tři prsty (tapíři, nosorožci). Jiným společným znakem je fermentace celulózy v zadní části trávicího traktu a některé další znaky. Velcí lichokopytníci mají zpravidla jediné mládě, ihned po porodu schopné samostatného pohybu a jsou výrazně dlouhověcí.

Nejmenšími a v řadě znaků nejpůvodnějšími formami z žijících lichokopytníků jsou tapíři, zavalitá pralesní zvířata vážící kolem 300 kg, jeden druh je asijský (černobíle zbarvený tapír indický), další tři mají monotónní zbarvení a žijí v Jižní Americe. Pět druhů nosorožců představuje poslední zbytky původně dosti bohaté skupiny. Dva druhy žijí v Africe -nosorožec dvourohý (černý) a tuporohý (bílý), jinou vývojovou skupinu představuje nosorožec indický a nosorožec javánský a poslední vývojovou linií je zřetelně osrstěný nosorožec sumaterský, zástupce skupiny, která tradičně obývala i naše území. V Evropě tato skupina vymřela nosorožcem srstnatým teprve před necelými 15 000 lety.

Žijící druhy koňovitých lichokopytníků jsou dnes řazeny do jediného rodu - *Equus*. Patří sem africký osel – předek domácího osla, tři druhy afrických zeber, asijský poloosel a předek domácího koně, mongolský kůň Przewalského (*Equus przewalski*), dnes žijící jen v zoologických zahradách. Vývojová historie koní je dobře zmapována fosilními nálezy a představuje učebnicový příklad tohoto tématu (obr xxx). Dnešní lichokopytníci, snad s výjimkou afrických zeber, žijících dosud ve velkých stádech všude v afrických savanách, jsou takřka bez výjimky zvířata ve volné přírodě velmi vzácná a ohrožená vyhoubením.

Sudokopytníci (Artiodactyla)

10 čeledí, 81 rodů, 220 druhů

Mezi sudokopytníky, přesněji řečeno mezi hrochy vlastně patří vývojově i všichni kytovci, zde je však pro přehlednost pojednáváme jako samostatnou skupinu. Způsobem života i potravními nároky se od svých suchozemských příbuzných nemálo liší. Vlastní sudokopytníci jsou vesměs středně velcí až velcí pozemní býložravci, někteří jsou všežraví (prasata). Nejmenším zástupcem je dvoukilový kančil, největším 5 m vysoká žirafa a více než dvoutunový hroch. Pro všechny je typická úprava nohy – jsou to podobně jako lichokopytníci prstochodci a špičky prstů kryjí kopyta. Na rozdíl od nich neleží v ose končetiny žádný prst, funkční prsty jsou zpravidla dva, u hrochů čtyři. U sudokopytníků probíhá fermentace celulózy v žaludku, který je velmi prostorný a členitý. S výjimkou prasat a hrochů mají záprstní kůstky srostlé do jednotné kosti – os canon. Nejen na základě tohoto znaku jsou prasata a hroši oddělováni do samostatného podřádu Pecora (nepřežvýkaví). Na rozdíl od ostatních sudokopytníků – přežvýkavců (Ruminantia) - nedokáží potravu masivně fermentovat a již fermentovanou opětovně

mechanicky zpracovat. Nemají také čtyřdílný žaludek se specializovanými útvary (bachor, kniha, čepec, sléz). Zvláštní skupinou mezi přežvýkavci jsou mozolnatci - velbloudi a jihoamerické lamy, na rozdíl od ostatních nejsou prstochodci, ale pohybují se po mozolnatě rozšířených chodidlech. Pomineme-li drobné kančily a kabary s řadou starobylých znaků a africké žirafovité (savanová žirafa, pralesní okapi), připadá zbytek rozmanitosti řádu na dvě velké skupiny: jelenovité (Cervidae 45 druhů) a turovité (Bovidae 140 druhů). Obě osídlily s výjimkou australské oblasti takřka celý svět, turoviti nepronikli však do Jižní Ameriky.

Parohy jelenovitých i rohy turovitých mají podobnou funkci avšak zcela odlišnou stavbu. Parohy vyrůstají zpravidla pouze u samců (výjimka: sob polární), každý rok jsou shazovány a příští rok vyrůstají znovu, tvoří je kompaktní kost se zubovinovým povlakem. Rohy tvoří rohovinový toulec pokrývající kostěný rohový násadec, který se v průběhu života zvětšuje, avšak neobměňuje. Výjimkou je severoamerický vidloroh, zástupce zvláštní čeledi vidlorohovitých (Antilocaprinae). Mnohé druhy sudokopytníků byly od pradávna předmětem lidského zájmu, ať už jako lovná zvíře (jeleni, ovce, tuři, prasata), občas za tím účelem vysazovaná i do oblastí mimo původní rozšíření (u nás např. daněk, sika japonský, jelenec viržinský, koza bezoárová, muflon) a v neposlední řadě i tradičně chovaná a domestikovaná (tur domácí – *Bos primigenius* forma *taurus*, ovce domácí – *Ovis ammon* f. *aries*, koza domácí – *Capra aegagrus* f. *hircus*). Původními členy naší fauny jsou prase divoké (*Sus scrofa*), srnec obecný (*Capreolus capreolus*), jelen evropský (*Cervus elpahus*), los (*Alces alces*), kamzík horský (*Rupicapra rupicapra*) a zubr (*Bison bonasus*).

Kytovci (Cetacea)

9 čeledí, 39 rodů, 78 druhů

Kytovci se způsobem života, tvarem těla i většinou dalších znaků od savčího standardu – chlupatého, pozemního či stromového tvora, krysovitého vzezření, zcela vzdálili. Mají hydrodynamické rybovitě tělo, pánevní končetiny zcela vymizely, hrudní jsou přeměněny v ploutve, vytvořena je i příčná ocasní ploutev a z pravidla i nepárová ploutev hřbetní. Chybí jakékoliv chlupy, lebka je složitým způsobem přestavěna, nosní otvor je přesunut na temeno hlavy, čelisti jsou výrazně vytaženy dopředu, před nosním otvorem leží veliké polokulovité tukové těleso, fungující jako parabolická anténa pro vysokofrekvenční echolokační hlasy, jimiž se, podobně jako netopýři, orientují. Ozubení kytovci mají velký počet jednoduchých kónických zubů, jakékoliv náznaky složitějších zubních typů chybí, u kosticovců se namísto zubů vyvíjí složitý aparát rohovitých filtračních lamel – kostice. Kytovci jsou obecně velcí savci, nejmenší z nich váží kolem 50 kg, největší – plejtvák obrovský (*Balaenoptera musculus*) až 130 tun. Všichni jsou dlouhověcí, březost je velmi dlouhá (11-16 měsíců), rodí jen jediné mimořádně velké

mládě, které je, podobně jako u jejich suchozemských příbuzných, již při porodu plně vyvinuté a schopné samostatného života – možná, že právě toto byl nejdůležitější předpoklad k trvalému obsazení vodního prostředí. Velcí kytovci podnikají sezonní migrace takřka kolem celé zeměkoule, menší druhy jsou zpravidla vysoce sociální. Extrémního rozvoje dosahuje u kytovců mozek, zejm. centra prostorové orientace a kůra koncového mozku. Velcí kytovci byli tradičně objektem intenzivního lovu, většina druhů stojí dnes přes intenzivní ochranné snahy na pokraji vyhubení.

Většina menších forem náleží do podřádu **ozubených** (Odontoceti), zahrnujícího rybožravé delfíny, sladkovodní delfínovce, sviňuchy a narvaly, velké kosatky a vorvaně, kde největší vorvaň velký (*Physeter catodon*) je specializovaným predátorem obřích krakatic. **Kosticovci** (Mysticeti) zahrnují tři čeledi: Velryby (Baleanidae), Plejtvákovce (Eschrichtiidae) a Plejtváky (Balaenopteridae). Všichni se živí planktonními korýši, které filtrují pomocí rohovitých lamel – kostic.

Srovnejte poměry rozmnožování u ptakořitých, vačnatců a placentálů.

Které skupiny savců jsou rostlinožravé? Jaká přizpůsobení u nich nacházíme?

Kteří savci pronikli do vodního prostředí? Seřadte je podle stupně příslušných přizpůsobení.

Jaké úpravy chrupu odpovídají jednotlivým potravním specializacím?

Kteří jsou naši nejhojnější savci? A kteří nejvzácnější?

Kteří ze savců jsou vázáni na člověka? Jaké typy vztahů tu nacházíme?

Zkuste vyjmenovat domestikované savce, jejich mateřské druhy a původní rozšíření.