Biologická olympiáda

52. ročník

školní rok 2017–2018

Zestručněný studijní text

k tématu: **Pohyb**

kategorie C a D

Dana Morávková, Marcela Mayerová,
Jan Rydlo, Šárka Mikátová

Praha 2017

POHYB

U organizmů můžeme v zásadě rozlišovat dva typy pohybů: aktivní a pasivní. Zatímco pasivní pohyb využívá vlivů prostředí (např. vody, vzduchu, jiných organizmů), aktivní pohyb organizmu je založen na jeho vlastní činnosti, při které je spotřebovávána energie.
Schopnost aktivního pohybu je jedním ze základních projevů všech živých organizmů – pokud se organizmus nebo část jeho těla alespoň po část života aktivně hýbe, můžeme s velkou pravděpodobností usuzovat, že je naživu.

Existuje několik typů pohybu; pro volně žijící (nepřisedlé) živočichy a jednobuněčné organizmy je typická **lokomoce**.

1 Svalový pohyb živočichů

Uplatňuje se u mnohobuněčných živočichů (např. žahavci, ploštěnci, měkkýši, členovci, obratlovci …). Je založen na schopnosti svalové tkáně provádět po podráždění a dodání energie stah. U některých bezobratlých (např. kroužkovci, ploštěnci, hlísti) slouží k pohybu. U každého mnohobuněčného organizmu zajišťuje svalová tkáň řadu funkcí: mění tvar orgánu i celého těla, účastní se příjmu potravy, dýchání, rozmnožování, umožňuje komunikaci nebo útěk před predátorem.

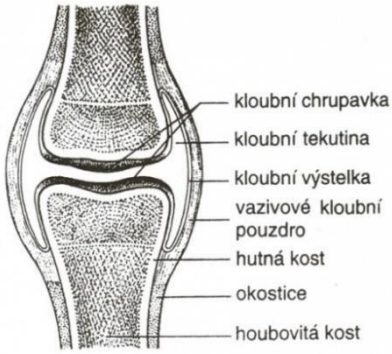
Na základě vnitřní struktury rozlišujeme tři typy svalové tkáně

- Hladká svalovina
- Srdeční svalovina
- Příčně pruhovaná (kosterní) svalovina

Pohybová funkce svalu je většinou podpořena pevnou oporou − kostrou. **Vnější kostru** mají např. členovci, u obratlovců se vyvinula **kostra vnitřní**.

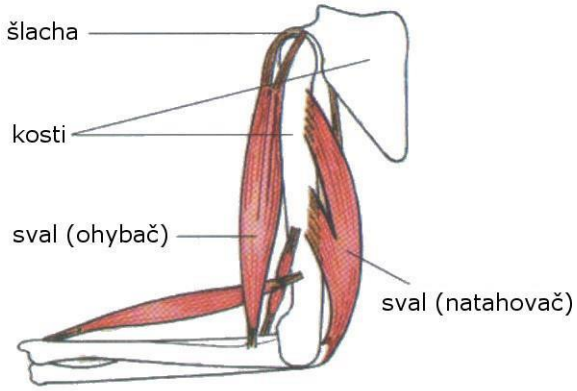
Vnější kostra členovců je tvořena z chitinu, někdy je obohacena i o uhličitan vápenatý. Vnitřní kostra obratlovců je tvořena pojivovou tkání – chrupavkou nebo kostí. Kostru obratlovců tvoří fosforečnan vápenatý a bílkoviny.¨

Kloubní spojení kostí obratlovců



Vondřejc, J. a kol. *Biologie*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství 1964

Kloub končetiny obratlovců se svalovými úpony



Kvasničková a spol.: Ekologický přírodopis pro 8. ročník. Fortuna, Praha 2008

2 Pohyb na souši

Živočichové pohybující se po souši jsou pro nás většinou dobře pozorovatelní. Někteří běhají, jiní skáčou, pohybují se v korunách stromů, lezou nebo kombinují více způsobů pohybu. Mnoho živočichů žijících na souši migruje. Jsou to převážně migrace za potravou nebo za účelem rozmnožování.

2.1 Pohyb bez končetin

Při plazení živočichové opakovaně zkracují a prodlužují tělo, střídavě se přitom přichycují podkladu (např. pomocí slizu nebo pokryvem těla – šupinami).

Suchozemští plži využívají při pohybu sliz, který zmenšuje tření mezi svalnatou nohou a podkladem, a při pohybu vpřed funguje také jako lepidlo. Současně působí

antibakteriálně. Plži jsou aktivní především za vlhka a deště.

Hadi se pohybují několika různými způsoby:

− **Příčné vlnění**, při kterém had vytváří směrem od hlavy k ocasu několik kliček a tlakem proti nerovnostem terénu postupně posouvá jednotlivé kličky dopředu. Na podobném principu hadi i plavou, namísto nerovností terénu využívají odporu vody. Tento způsob pohybu je nejběžnější.

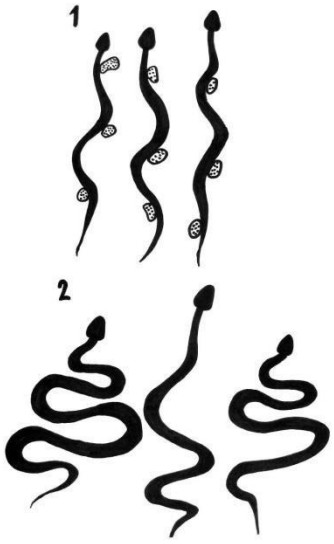
− **Harmonikový pohyb** je vhodný v omezeném prostoru (nora) nebo v obtížném terénu. Had nejprve skrčí zadní část těla, potom se posune co nejvíce vpřed přední částí těla. Následně se zapře hlavou a přitáhne co nejvíce zbytek těla (podobně jako měch v harmonice

− **Lineární pohyb** používají zejména velcí hadi (**krajty, hroznýši**). Tělo je napřímené, nevlní se. Zapojují při něm mezižeberní svaly a opírají se o nerovnosti podkladu břišními šupinami.

Příklady pohybu hadů

1 – příčné vlnění, 2 – styl tahací harmoniky

http://plazi0.webnode.cz/hadi/pohyb-hadu/#pohyb-jpg



Pověstná rychlost hadů se týká rychlosti výpadu při lovu. Ani mamba černá, považovaná za jednoho z nejrychlejších hadů, se při běžném přesunu nepohybuje větší rychlostí než 16−20 km/h.

S hady je často zaměňován beznohý ještěr **slepýš křehký**. Na rozdíl od většiny hadů má na kostře zakrnělé zbytky pánevního pletence a tuhé šupiny, které zčásti omezují jeho ohebnost. Kromě toho má pohyblivá oční víčka a několik řad břišních šupin.

2.2 Chůze a běh

Živočichové využívají k chůzi a běhu různý počet končetin. Pro hmyz je typických šest končetin, pavouci jich mají osm, mnohonožky a stonožky mají mnohem vyšší počet končetin. Šest článkovaných končetin hmyzu vyrůstá z hrudi, jednotlivé části jsou přizpůsobeny způsobu života daného druhu.

Stavba nohy hmyzu:

1 – kyčel

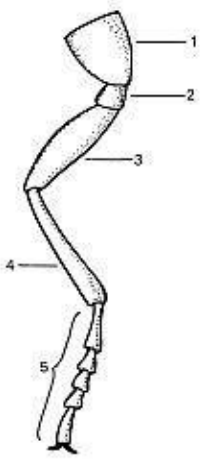
2 – příkyčlí

3 – stehno

4 – holeň

5 − článkované chodilo zakončené drápky

http://www.hmyz.net/anatomie.htm



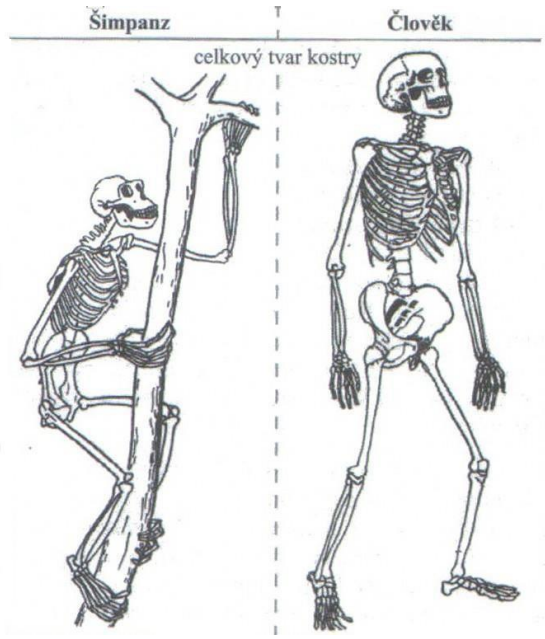
Většina brouků umí létat, ale někteří brouci tuto schopnost nemají. Velcí **střevlíci** mají většinou srostlé krovky a blanitá křídla nepoužívají, jsou však výbornými běžci. Jejich příbuzní **svižníci** také dobře běhají, někteří z nich jsou však i výborní letci. Při běhu dosahují rychlosti až 8 km/h, což se může zdát málo, ale vzhledem k velikosti svižníků je to obdivuhodné. Při této rychlosti nestačí zpracovat světelné vjemy a okolní krajina se jim jeví jako rozmazaná; během lovu proto svižníci vždycky na chvilku zastaví a po zkontrolování okolí pokračují v lovu.

Současní **ještěři** se pohybují pomocí plně vyvinutých končetin, které jsou posazené kolmo do stran k ose těla a nikoliv podsunuté pod tělo, jako je tomu u savců. Lezení je proto doprovázeno vlnivým pohybem páteře a tudíž i celého těla. Pokud dojde k redukci či zániku končetin (např. u **slepýše**), zůstávají na kostře alespoň zbytky pletenců

Ropucha obecná spíše pomalu chodí nebo se pohybuje krátkými skoky. Má malý rozdíl v délce zadních a předních končetin. Při napadení predátorem se staví do obranné pozice na napjatých nohou a své tělo zvětší nafouknutím.

U **člověka** se výhradně bipední chůzi postupně přizpůsobila i kostra:

- **dvojitě esovité prohnutí páteře** (pružně se přizpůsobuje při došlapu)
- **posunutí týlního otvoru**
- **širší a nižší pánev** (lepší stabilita)
- **předozadně zploštělý hrudník** (těžiště blíže ose těla)
- **nožní klenba** (pružný došlap)
- **patní výběžek**
- **palec na noze** je souběžný s ostatními prsty, nikoliv protistojný



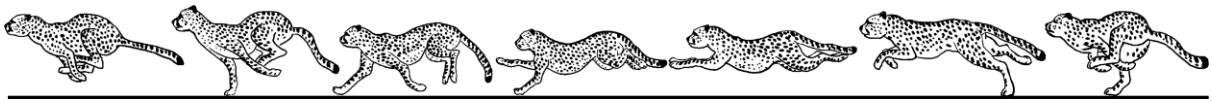
Kvasničková a spol.: Ekologický přírodopis pro 8. ročník. Fortuna, Praha 2008

Někteří obratlovci našlapují na celou plochu chodidla, nazýváme je **ploskochodci**. Patří mezi ně např. hmyzožravci, hlodavci, některé šelmy (např. **jezevci, medvědi**) a výše zmínění primáti. Také **zajíc polní** je ploskochodec. Je výborný běžec, dosahuje rychlosti až 50 km/h.

Zaječí námluvy

https://cz.pinterest.com/pin/500744052298176802/

Většina šelem došlapuje pouze na prsty **(prstochodci).**



Gepard je nejrychlejším suchozemským savcem. Umožňuje mu to stavba těla. Má malou hlavu, protáhlé tělo, pružnou páteř a dlouhý ocas, kterým udržuje při běhu směr a rovnováhu. Běh je složen z jednotlivých velkých skoků. Ke kořisti se plíží, a pokud je dostatečně blízko, zaútočí.. Délka jeho skoků dosahuje až sedmi metrů. Dokáže vyvinout rychlost až 110 km/h,

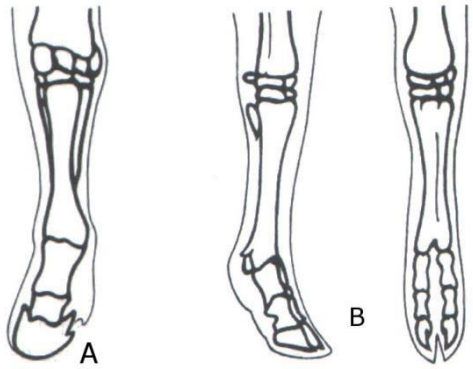
Někteří obratlovci, došlapující na špičky prstů, mají jejich konce pokryté rohovitou vrstvou – kopytem nebo paznehtem. Podle toho, kudy prochází osa nohy, je rozdělujeme na lichokopytníky a sudokopytníky.

Sudokopytníci došlapují většinou na 3. a 4. prst, mezi nimiž prochází osa končetiny. Druhý a pátý prst jsou zkrácené nebo zakrnělé. První prst vymizel. Nášlapné články prstů jsou pokryty tvrdými paznehty. Mezi sudokopytníky patří např. prasata, tuři, hroch, velbloudi, lamy, srnec, jeleni, daněk, sob, antilopa, ovce)

Vynikajícími běžci a skokany jsou **antilopy**. Vysoké skoky, kterými některé menší druhy běh prokládají, jim umožňují lépe přehlédnout okolí a včas reagovat na případné nebezpečí. Např. **antilopa skákavá** vyskakuje až 2 metry do výšky a dokáže běžet rychlostí až 80 km/h.
Hroch došlapuje na čtyři prsty, 3. a 4. jsou silnější než 2. a 5. Při pastvě se pohybuje pomalou, loudavou chůzí. V případě potřeby (obrana teritoria či útěk) je schopen vyvinout až rychlost 30 km/h. Dokáže klusat, případně i cválat. Je největším cválajícím živočichem, ale cval nepoužívá často.

U **lichokopytníků** nese hlavní váhu těla třetí prst, kterým prochází osa končetiny. Nášlapný článek prstu je pokryt mohutným kopytem. Mezi lichokopytníky patří tapíři, nosorožci, koně, osli a zebry.

Koně se nejčastěji pohybují krokem, klusem nebo cvalem. **Krok** je střídavý nebo mimochodný. **Klus** je dvoudobý chod, **cval** je třídobý chod.



A − Kostra nohy lichokopytníka (kůň) B − Kostra nohy sudokopytníka (tur)

Kvasničková a spol., Ekologický přírodopis pro 7. ročník, 1. část. Praha: Fortuna 2004

Většina ptáků zvládá bipední chůzi, obvykle však více létají nebo plavou. Mezi ty, kteří k pohybu využívají téměř výhradně chůzi, patří **běžci**. Jejich společným znakem jsou zakrnělá křídla a dlouhé, silné nohy.

Pštros dvouprstý dokáže díky silným nohám zakončeným dvěma prsty vytrvale běžet až několik kilometrů. V případě potřeby dosáhne na krátkou vzdálenost rychlosti až 70 km/hod.

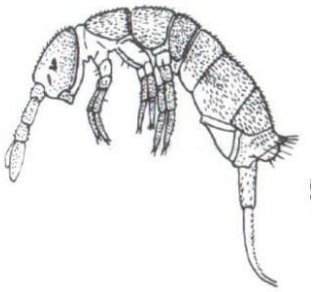
2.1 Kdo dál doskočí

Vynikající skokani se nacházejí nejen mezi obratlovci, ale i mezi bezobratlými živočichy, zvláště členovci. Ke skokům používají silné zadní končetiny nebo specializovaná zařízení (chvostoskoci).

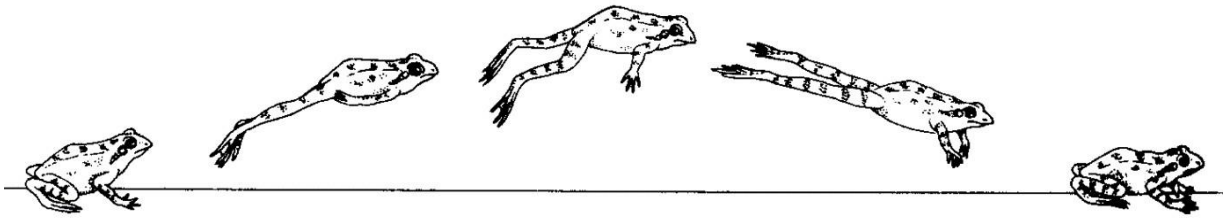
Skákavky jsou pavouci, kteří se při skoku jistí záchranným vláknem. Přiblíží se ke kořisti dostatečně blízko a potom se na ni skokem vrhnou, překonávají při tom vzdálenost několikrát větší, než jsou samy. Tito pavouci mají krátké, silné končetiny, zadní dva páry používají ke skákání.

Kobylky se v případě ohrožení zachraňují skokem, k němuž jsou uzpůsobené dlouhé zadní skákavé nohy; druhy s většími křídly (dosahujícími alespoň na konec zadečku) spojují skok s roztažením křídel a plachtivým letem.

Schopnost skákat dala název i skupině členovců zvaných **chvostoskoci**. Vyhledávají odumřelý rostlinný materiál, kterým se živí. V případě ohrožení prudce vymrští skákací vidlici (furku) a překonávají vzdálenosti až 30 centimetrů. V klidu je skákací vidlice složena pod tělem a přichycena tzv. záchytkou.



Buchar, J. a kol.: Klíč k určování bezobratlých. Praha, Scientia 1995



http://i2.wp.com/jasdeep.ca/wp-content/uploads/2014/04/frog-jump.png

Žáby se pohybují většinou pomocí skoků. Zvláště dobře jsou pro tento způsob pohybu vybaveni **skokani**, kteří mají neobyčejně silné a dlouhé zadní nohy s mohutnými svaly. Některé jiné druhy žab kombinují skoky s klouzavým letem (např. létavky).

3 V korunách stromů

Živočichové, kteří nenalézají dostatek potravy na zemi, ve vodě nebo vzduchu, se naučili hledat obživu v korunách stromů. Výška stromů zaručuje mnohým z nich i bezpečné místo k výchově potomků.

Šplhavci (datel strakapud, žluna) jsou ptáci, kteří mají přizpůsobené ke šplhání po svislých kmenech. Dva prsty směřují dopředu a dva dozadu. Jejich silný a pružný ocas jim poskytuje oporu při šplhání a tlumí údery zobáku.

Díky adaptaci prstů na končetinách se na větvích výborně pohybuje i **chameleon**. Má srostlé prsty, které jsou otočené proti sobě, takže tvoří jakési kleštičky. To chameleonům zaručuje pevné obemknutí větvičky a potřebnou stabilitu těla při lovu.

:z/co-dostalo-chameleony-na-vrchol-stromu/

Rosnička zelená má na koncích prstů přísavky, které jí umožňují obratně šplhat po listech.

http://21stoleti.cz/2008/01/18/lepici-paska-podle-rosnicek/

4 Vodní prostředí

První organizmy vznikly ve vodě. Dnes najdeme v tomto prostředí jednobuněčné organizmy i největší savce světa.

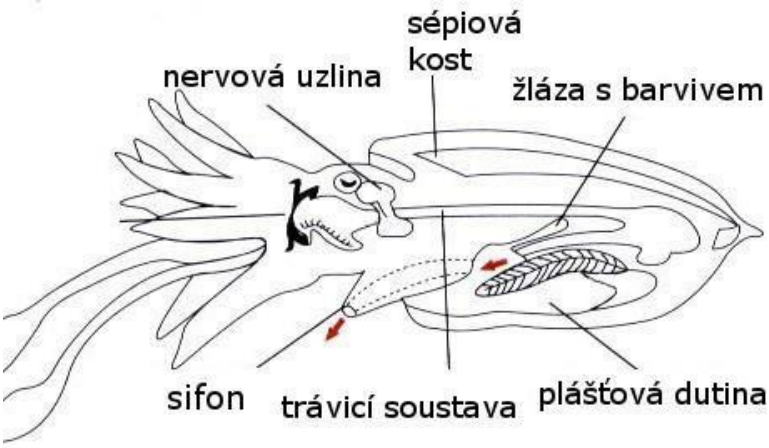
4.1 Pohyb ve vodě – bezobratlí

Vodní plž **plovatka bahenní** dýchá pomocí plicního vaku, a proto se v pravidelných intervalech musí na hladině nadechnout. Při nadechování se pohybuje na hladině nohou vzhůru – dýchacím otvorem nabírá vzduch. Potom vzduch stlačí a klesne ke dnu. Někteří plži však dýchají žábrami, což jim umožňuje trvalý život pod vodní hladinou. Patří mezi ně např. sladkovodní **bahenka živorodá** nebo mořský **zej obrovský**, nazývaný pro výrůstky na hlavové části těla „mořský zajíc“.

Mlži dýchají žábrami, a proto mohou žít celý život pod vodní hladinou. Někteří z nich se pomocí svalnaté nohy pohybují po dně nebo se do něj zarývají (**škeble rybničná**). **Hřebenatka svatojakubská** se přemisťuje na krátké vzdálenosti rychlým otvíráním a zavíráním lastur.
Hlavonožci se liší počtem a délkou chapadel. Chobotnice má osm stejně dlouhých chapadel spojených u kořene kožním záhybem, sépie a olihně mají osm stejně dlouhých chapadel a dvě delší – jimi se brání nebo chytají kořist.

Chobotnice jsou přizpůsobeny životu u dna, kde většinou číhají v úkrytech. Pohybují se lezením pomocí ramen. Pokud jsou nuceny plavat, roztahují a stahují ramena, a plavou tak tělem napřed. Chycená chobotnice dokáže zploštit hlavu i chapadla tak, že se protáhne i malým otvorem.

Sépie a olihně využívají při plavání vlnění ploutvového lemu. V nebezpečí využívají všichni hlavonožci **reaktivní pohon**. Nasají vodu do plášťové dutiny, kterou utěsní, a nasátou vodu rychle vypudí nálevkou (sifon).



http://edu-mikulas6.webnode.sk/biologia-3-rocnik/zoologia-bezstavovcov/makkyse-mollusca/

Členovci jsou velkou skupinou živočichů s článkovaným tělem a končetinami. Patří mezi ně např. hmyz, korýši, pavoukovci a mnoho dalších. Někteří z nich se přizpůsobili vodnímu prostředí.

Zvláštností mezi pavouky je **vodouch stříbřitý**. Ačkoliv nemá žábry, ale dýchá plicními vaky, tráví většinu života pod vodou. Vybuduje si z pavučiny úkryt a vzduch si do podvodního úkrytu doplňuje přibližně jednou denně. Vyplave po vodicím vláknu na hladinu a vzduch do vody dopravuje zachycený mezi chloupky na zadečku.

Potápník vroubený je jeden z brouků, kteří se přizpůsobili životu ve vodě. Tělo má nesmáčivé, pokryté jemným olejovitým filmem. Dýchání pod vodou mu umožňuje zásoba vzduchu umístěná pod krovkami. Ve vodě se pohybuje pomocí třetího, veslovitě rozšířeného páru končetin.

Hrotnatka je malý korýš, který nevyužívá nožky k pohybu, ale k přivádění potravy k ústnímu otvoru. K pohybu jí slouží druhý pár tykadel, opatřený veslovacími brvami.

http://zenpanda.deviantart.com/art/Daphnia-MAGNAAAAA-180969521

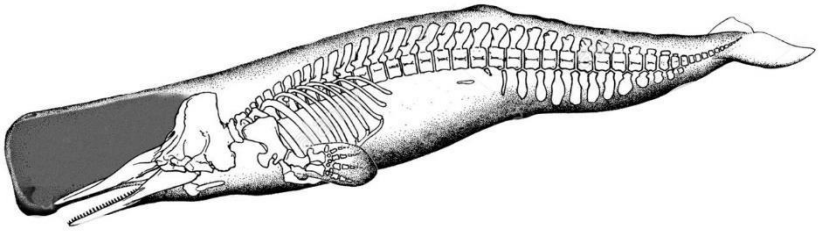
Raci mají širokou zadní ploutvičku, která jim ve vodě umožňuje také pohyb vzad. Mají 5 párů kráčivých nohou. Na prvních třech mají klepeta, ale jen na prvním velká. Malí ráčci se po vylíhnutí drží pod zadečkem matky, která je přidržuje pomocí zadečkových nožek. Když dorostou do velikosti 13–15 mm, pustí se.

4.2 Pohyb ve vodě – obratlovci

Pro rychlý pohyb ve vodním prostředí je ideální hydrodynamický tvar těla. Jeho vlněním, často za pomoci silného ocasu, se živočich pohybuje vpřed. Stabilizační funkci mají ploutve nebo ploutvovité končetiny. Živočichové, kteří nežijí trvale ve vodě, využívají k pohonu těla i končetiny opatřené plovacími blánami nebo prodlouženými chlupy (např. **rejsec vodní**).

Končetiny ryb označujeme jako ploutve, jsou vyztuženy chrupavčitými nebo kostěnými paprsky, jejich kostra se liší od kosti savců jsou suchozemské končetiny adaptované na pohyb ve vodě. Ocasní ploutev kytovců je vodorovná, bez vnitřní kostry.

Kostra vorvaně



http://www.alamy.com/stock-photo-sperm-whale-physeter-macrocephalus-physeter-catodon-drawing-show-skeleton-17054841.html

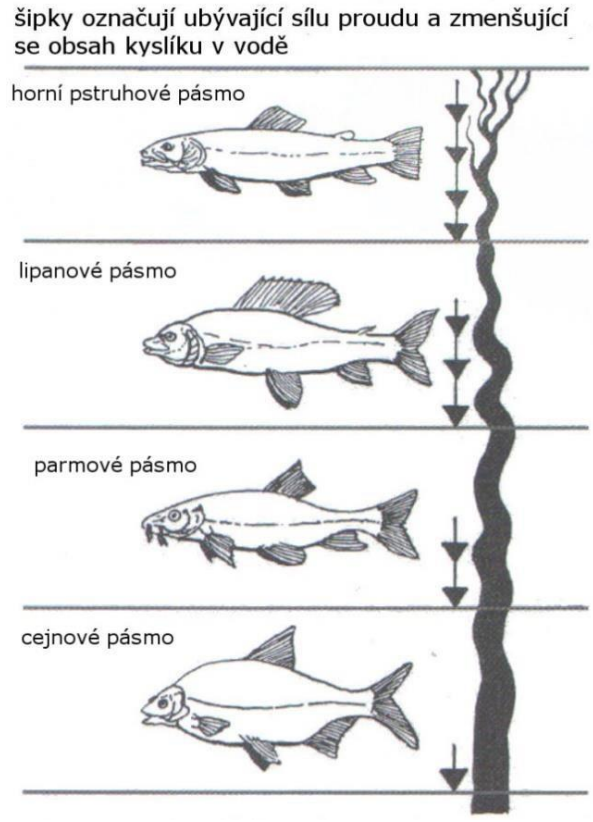
4.2.1 Pohyb ve vodě – ryby

Vodnímu prostředí jsou výborně přizpůsobeny ryby. Nejčastějším tvarem těla ryb je tvar vřetenovitý. Při plavání probíhá celým tělem vlnění, obvykle od středu těla k ocasu. Výkonné svaly jsou uspořádané do segmentů ve tvaru **W.**
Rychlosti pohybu ve vodě je u přizpůsobeno i tělo ryb.

Rybí pásma jsou charakteristická převažujícím výskytem určitých druhů ryb. Pramenné části toků ve vyšších polohách označujeme jako pásma pstruhová, níže položená, s klidnějším tokem, jsou lipanová, mezi podhůřím a nížinou a s mírněji tekoucí vodou jsou pásma parmová a nejnižší část toků s pomalu proudící vodou a tišinami jsou pásma cejnová.

Pstruhové pásmo: pstruh obecný, vranka obecná, siven americký, mřenka mramorovaná, střevle potoční
Lipanové pásmo: lipan podhorní, mník jednovousý, štika obecná, hlavatka podunajská
Parmové pásmo: parma obecná, jelec tloušť
Cejnové pásmo: cejn velký, cejnek malý, karas obecný, kapr obecný, lín obecný

Pásma řeky



Kvasničková a spol.: Ekologický přírodopis pro 9. ročník. Fortuna, Praha 2009

Postranní čára je smyslový orgán. Je umístěna podélně na obou bocích ryby.

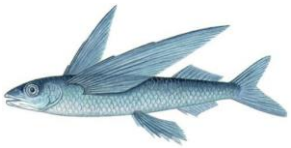
Zaznamenává změny tlaku, směr proudění vody, pohyb dalších okolních ryb a překážky.

Lezec obojživelný dokáže přežít na souši. Při lezení z vody využívá velké, silné ploutve se svalnatými násadci a houpavým pohybem za pomoci ocasu se odrazí a vyskočí na břeh. Na souši může být jen omezenou dobu. V žaberním prostoru zadržuje vzduch smíšený s vodou, a to mu umožňuje pobývat i mimo vodu.

Lezec obojživelný

http://www.naturfoto.cz/lezec-fotografie-3208.html

Letoun měkkoploutvý je považován za „létající rybu“ – ve skutečnosti jen klouže či plachtí. Nabere těsně pod hladinou rychlost kmitáním ocasní ploutve a vyskočí z vody. Plachtění používá letoun při úniku před predátory (mečouny, delfíny, tuňáky).
https://leporelo.info/pics/pic/letounoviti.jpg



4.2.2 Pohyb ve vodě – obojživelníci

Většina žab prožívá začátek svého života ve vodě. Po vylíhnutí se pulci pohybují jen pomocí ocásku, který postupně zaniká. Nejdříve narůstají zadní končetiny a potom přední. Pulec se přemění v žábu a ta se přesouvá na souš. Pokud žáby plavou, mají přední končetiny natažené a zadními provádějí tempa.

Také ocasatí obojživelníci, např. **mloci** a **čolci**, jsou v období rozmnožování vázáni na vodu. Larvám se vyvíjejí nejprve přední končetiny, potom zadní, ocas nezaniká. Při plavání vlní tělem i ocasem.

4.2.3 Pohyb ve vodě – plazi

K pohybu ve vodě jsou výborně přizpůsobeni **krokodýli**. Při plavání drží končetiny u těla a pohyb vpřed zajišťuje vlnění silného ocasu. Dokážou vyvinout rychlost až 10 km/h. Ke kořisti se přibližují zvolna; velkou rychlostí (až 70 km/h) prudce vyrážejí až ve chvíli, kdy se ocitají na dosah. Větší kořist stahují pod

hladinu a utopí ji. Často se při tom pod vodou rychle otáčejí kolem své osy, čímž kořist dezorientují a výrazně tak snižují její šanci na únik. Nejlepším plavcem mezi krokodýly je **gaviál**. Po souši se pohybuje velmi málo. L**eguán mořský** hledá jako jediný ještěr potravu v moři. Potápí se za mořskými řasami do hloubek až kolem deseti metrů a vydrží pod hladinou až hodinu.

4.2.4 Pohyb ve vodě – ptáci

Ačkoliv je převažujícím životním prostředím ptáků vzduch, jsou někteří z nich i výbornými plavci a potápěči.

Tučňáci jsou dokonale adaptováni na život ve vodě. Jejich kosti nejsou pneumatizované, aby bylo usnadněno potápění, tělo má hydrodynamický tvar.

Kormorán

http://www.hbw.com/species/great-cormorant-phalacrocorax-carbo

Potápka malá

http://media0.webgarden.cz/images/media0:51052aaf0a6d2.jpg/pot%C3%A1pka%20mal%C3%A1.jpg

Jiné druhy ptáků, kteří se běžně pohybují ve vzduchu nebo na souši, se potápějí za potravou. Patří mezi ně např. **potápky** a **kormoráni, potápivé kachny** (např**. polák**), ale třeba i **ledňáčci.** Pohybu pod vodou napomáhají končetiny, posunuté k zádi těla, u kormorána pak i široká ocasní pera, kterými ve vodě kormidluje. **Plovavé kachny** (např. kachna divoká) ponoří při hledání potravy jen přední část těla. Se stavbou těla souvisí i způsob vzletu z vodní hladiny (kachna divoká se vznese do vzduchu jedním odrazem a máchnutím křídel, polák se musí rozběhnout)

Rozdíly ve stavbě těla, postoji, způsobu ponoru a vzletu z vodní hladiny

kachna divoká – vlevo

polák velký – vpravo

http://ldf.mendelu.cz/myslivost/aves/anseriformes/anatidae/anatinae/anatinae.html

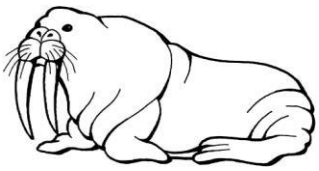
4.2.5 Pohyb ve vodě – savci

Vodnímu prostředí se druhotně přizpůsobili i **kytovci, ploutvonožci a sirény.** Mají hydrodynamický tvar těla. Tělo izoluje silná vrstva podkožního tuku. Další změny jsou na kostře. Přední končetiny mají ploutvovitý tvar a udržují rovnováhu těla při plavání. Ocasní ploutev kytovců je vodorovná a je hlavním orgánem pohybu.

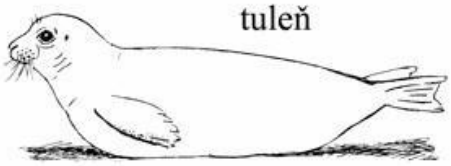
Ploutvonožci (lachtani, mroži, tuleni) jsou šelmy, jejichž končetiny mají tvar ploutví. Obratně loví kořist ve vodě. **Tuleň** se potápí do velkých hloubek, zadní končetiny jsou částečně zarostlé v kůži a slouží mu jako kormidlo. Na souši se pohybuje neohrabanými přísuny, odstrkuje se pouze předními nohama, na kterých má dobře vyvinuté drápy. Ušní otvory má kryté záhyby kůže, ušní boltce a ocas chybí. **Lachtan** má, na rozdíl od tuleně, výrazné ušní boltce, krátký ocas, zadní končetiny jsou volné a páteř ohebnější. To mu umožňuje podsunutí zadních končetin pod tělo a rychlejší pohyb po souši.

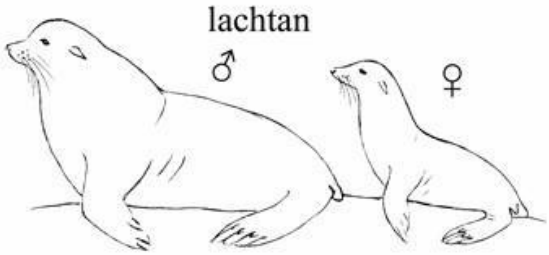
Příklad konvergentního vývoje:

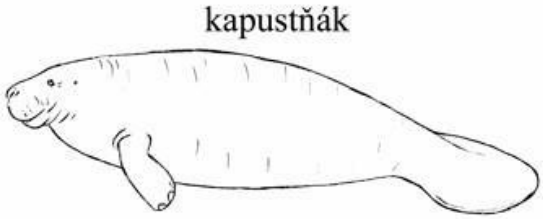
Tuleni a lachtani patří do řádu šelem, kdežto **kapustňák** do řádu sirén.



mrož





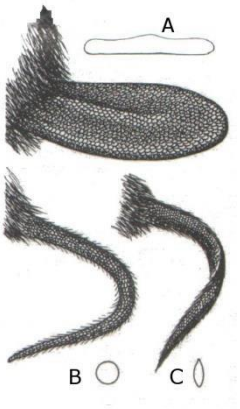


http://www.zoologie.frasma.cz/fylogeneze/fylogeneze_C.html

Vydra říční je velmi obratným plavcem, na sněhu a ledu se pohybuje s obtížemi, ale dovede rychle běhat. Na předních i zadních končetinách má plovací blány, ve vodě jimi vesluje a ocasem kormidluje. Vydry dovedou uplavat velkou vzdálenost.

Medvěd lední má pod vodou pevně uzavřené ušní otvory i nozdry. Dobře plave díky tvaru těla (úzká hlava, dlouhý krk, přecházející ve válcovitý trup, mohutné končetiny s plovacími blánami mezi prsty). Skáče z jedné kry na druhou, uplave až 100 km naráz a potápí se i na dobu několika minut.

Bobr evropský je velký hlodavec, v naší krajině byl loven a téměř vyhuben. Do volné přírody opětovně navrácen a úspěšně se šíří. Při plavání využívá plovací blány na zadních končetinách a svrchu silně zploštělý, široký ocas.



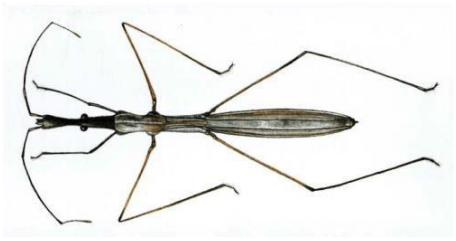
Ocas bobra (A), nutrie (B) a ondatry (C)

Anděra, M., Horáček, I.: Poznáváme naše savce. Mladá fronta, Praha 1982

4.3 Pohyb po hladině

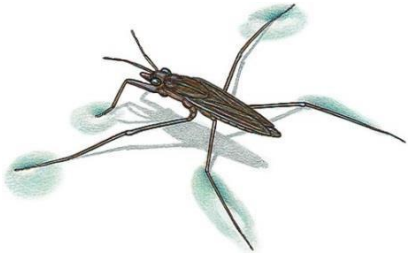
Pohyb po hladině umožňuje povrchové napětí vody.

Mistry v chůzi po hladině jsou některé ploštice – **bruslařky a vodoměrky**. Zvláště bruslařka se po hladině dokáže pohybovat velkou rychlostí (na jediný záběr nohou překoná až metrovou vzdálenost). Na široce rozkročených nohách má výbornou stabilitu – zadní pár ji pohání vpřed, prostřední používá jako kormidlo. Přední pár končetin má spíše funkci uchopovací, slouží k lovu drobného hmyzu. Chodidla jsou pokryta hustými chloupky odpuzujícími vodu, což živočichům (spolu s povrchovým napětím hladiny) umožňuje hladce klouzat vpřed, aniž by se smočili. Po souši se pohybují ztěžka, pouze na podzim přelezou z vody do listí či mechu, kde přečkávají zimu.



vodoměrka štíhlá

http://www.crsmsodry.cz/55-vodomerka-stihla/



bruslařka obecná

https://leporelo.info/bruslarky

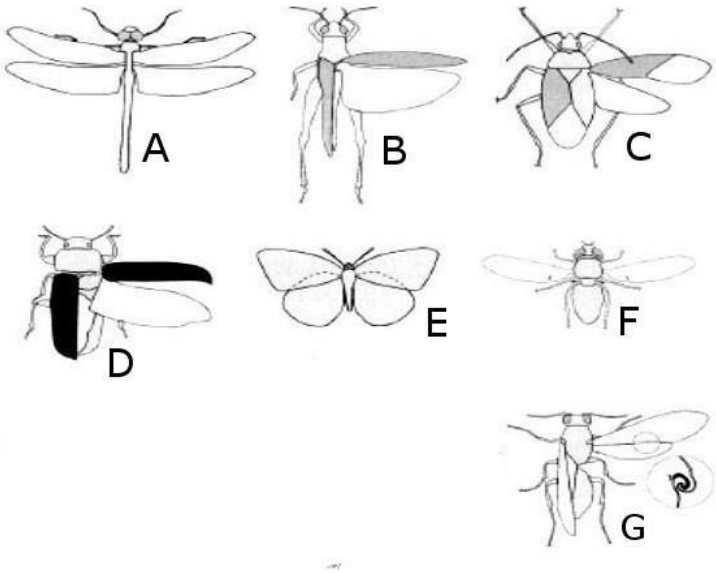
5 Vládci vzduchu – letci

Také pohyb vzduchem je možné charakterizovat buď jako **pasivní** (živočich se například vznáší vlivem vztlakových sil, které na něj působí), nebo jako **aktivní**, při němž živočich využívá vlastní energii. Živočichové, kteří během dlouhého vývoje ovládli umění aktivního pohybu ve vzduchu, mají pro let mnohé adaptace.

5.1 Hmyz

Evoluční úspěšnost třídy hmyzu je dána především schopností létat. Na rozdíl od ptáků není křídlo hmyzu pravou končetinou a neobsahuje vnitřní kostru ani svalovinu.. Pohyb křídla je u většiny zástupců hmyzu zajištěn změnami tvaru hrudi způsobenými pohybem svalů.

Hmyzí křídla



A – vážky; B – saranče; C – ploštice; D – brouci; E – motýli; F – dvoukřídlí; G – blanokřídlí (u některých je spojený svinutý okraj předního a zadního křídla)

http://slideplayer.cz/slide/3005397/

Křídla mohou mít ale i funkci ochrannou (např. krytky, polokrovky a krovky) nebo se změnit v kyvadélka zajišťující stabilitu – u dvoukřídlého hmyzu nebo řasníků.

Blanokřídlí se pohybují pomocí dvou párů blanitých křídel, přední jsou delší než zadní. U některých druhů dochází k redukci křídel nebo křídla zcela chybí (dělnice mravenců).

Přední okraje zadních křídel **včely medonosné** jsou opatřeny háčky a na zadním okraji předních křídel je výkrojek, což umožňuje spojení předních a zadních křídel – let je potom pravidelnější. V klidu jsou křídla naplocho složena na hřbetní části hrudi a zadečku.

Včelí dělnice podnikají dlouhé cesty za potravou. Ke vzájemnému dorozumívání s ostatními používají tzv. **včelí tanečky** – sdělují jimi, kde se nachází zdroj potravy a jak chutná.

Brouci mají přední pár křídel přeměněn na krovky vyztužené chitinem. Druhý pár křídel je blanitý, ale i blanitá křídla mohou být zkrácená nebo vymizet. Většina našich brouků však má blanitá křídla i krovky uzpůsobené tak, že jim umožňují let. Let brouků se výrazně odlišuje od letu např. blanokřídlých. Při vzlétání i vlastním letu se podobají helikoptéře; krovky drží zvednuté, blanitá křídla vykonávají osmičkový pohyb a vytvářejí vztlak mezi nimi a krovkami. Tělo není vzhledem k zemi ve vodorovné, ale v šikmé až svislé poloze (např. roháč).

Letící roháč

http://www.photosimon.cz/blog/rohac-obecny-77.html

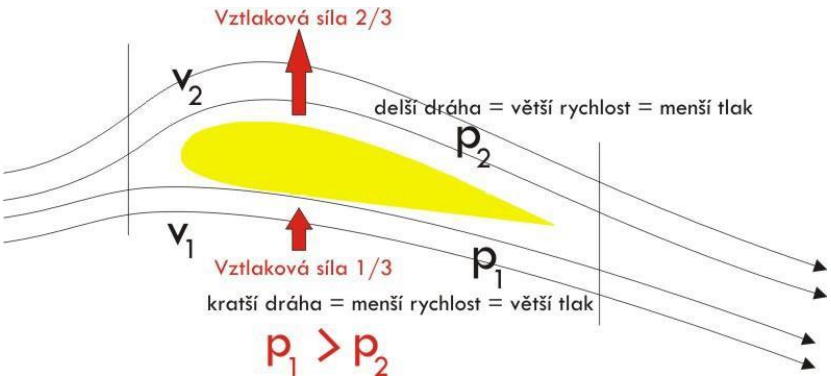
Zlatohlávek zlatý

https://www.prirodovedci.cz/zeptejte-se-prirodovedcu/396

Neobvyklým uzpůsobením krovek vás může zaujmout **zlatohlávek** – za letu je nerozevírá, nýbrž vysouvá blanitá křídla podélnou štěrbinou (vykrojením) na spodním okraji krovek.

5.2 Ptáci

Ptáci dokážou aktivně létat i využívat vztlakové síly k plachtění, případně kombinovat různé způsoby letu. Tvar jejich těla je aerodynamický, přední hrana křídla mohutnější a zaoblená, horní plocha mírně vypouklá (konvexní) a spodní mírně prohnutá (konkávní). Proto proudí vzduch po horní ploše křídla rychleji než po dolní, čímž se snižuje tlak působící na horní plochu křídla. Výsledkem je vztlaková síla, působící zespodu, která udrží ptáka ve vzduchu i přes působení gravitace.

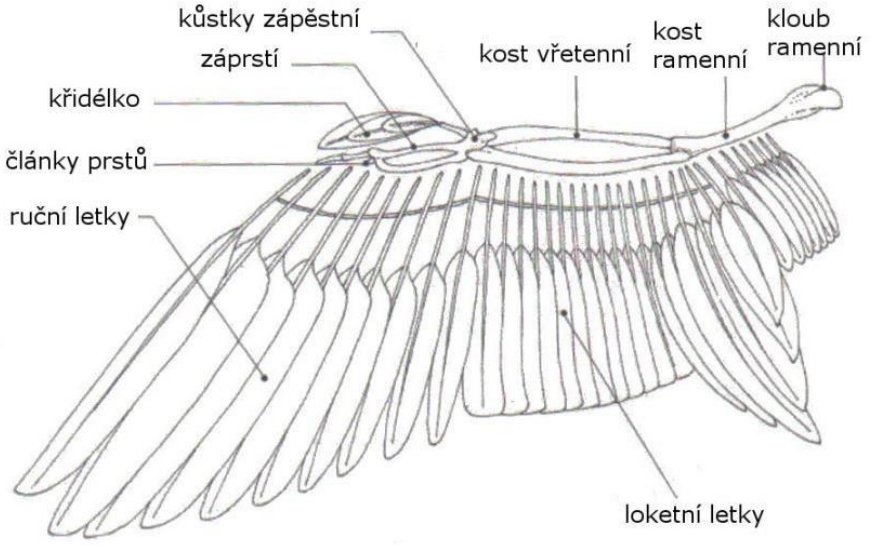


http://www.veda-hrou.cz/cms/46-proc-leti-letadlo.html

V ptačí říši můžeme pozorovat několik typů letu:

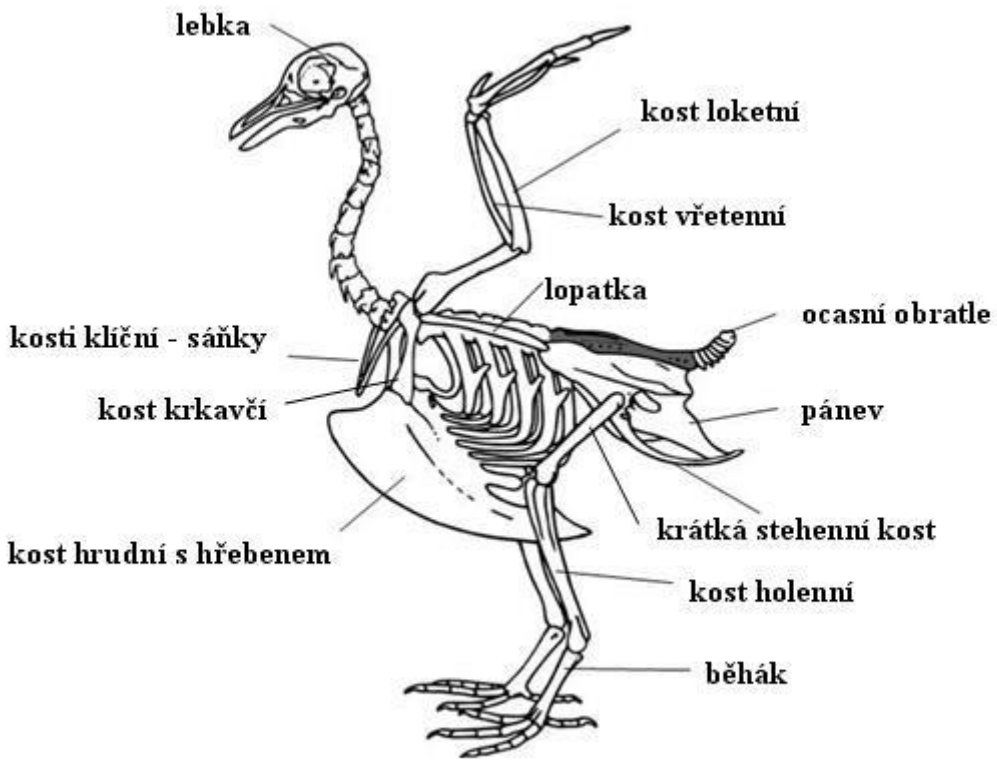
- **statické plachtění** – využívání stoupavých teplých proudů, takzvaných termik (supi, kondoři, orli, čápi…);
- **dynamické plachtění** – využití rozdílné rychlosti vzdušných mas (albatrosi a buřňáci se pohybují v mírném větru nad hladinou; ve vyšších vrstvách, kde je vítr prudší, nastaví křídla proti jeho náporu a vítr je vynese do výšky, kde pokračují klouzavým letem);
- **klouzavý let** – pozvolné klesání s využitím velké plochy křídel (tento typ letu je znám i u některých žab, plazů nebo savců);
- **mávavý let** – je nejčastější, třebaže je energeticky náročný; vzniká pohyby křídel pomocí svalové práce; čím větší má pták plochu křídel, tím mává křídly pomaleji;
- **třepotavý let** – pták stojí ve vzduchu téměř na místě, vztlak vytváří rychlými pohyby křídel (poštolky, ledňáčci, ťuhýci, skřivani…)
- **vířivý let** – energeticky nejnáročnější, umožňuje dokonalé manévry – stát na místě, letět vpřed i vzad, rychle startovat (kolibříci); křídla kolibříka dokážou kmitnout až 70x za vteřinu a díky velké pohyblivosti ramenního kloubu mohou letky opisovat ležaté osmičky.
- Manévrovací schopnosti ptáků jsou obdivuhodné, předvádějí je při lovu i při svatebních letech. Důležitou úlohu při tom hraje rozmístění jednotlivých skupin per na křídlech a také dostatečně dlouhá ocasní (rýdovací) pera, která slouží jako kormidlo.

Stavba ptačího křídla



Durrell, G., L.Durrellová: Amatérský přírodovědec. Slovart, Praha 1997

K letu je přizpůsoben nejen vnější tvar těla a křídel ptáků, ale i kostra a svalovina. Kostra ptáků je lehká a současně pevná. Lehkosti je dosaženo např. vymizením větší části ocasní páteře nebo pneumatizací dlouhých kostí.



http://vyuka.zsjarose.cz/data/swic/lessons/1904.jpg

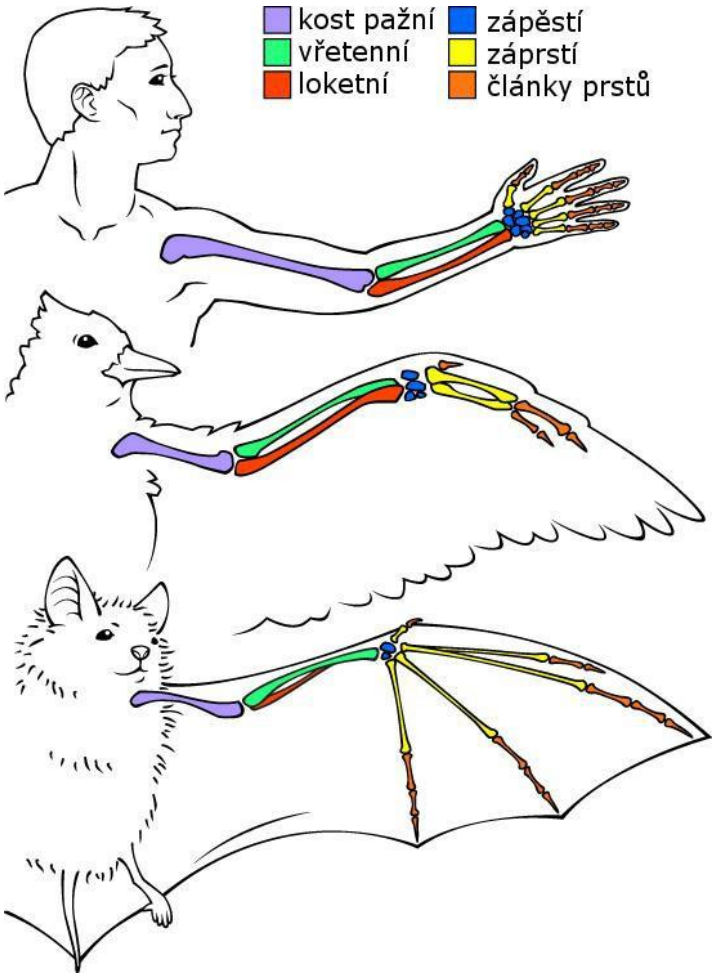
Kostra ptáků je adaptována jak na let, tak na chůzi po dvou končetinách (bipední chůzi). Pro let jsou nezbytné mohutné **prsní** svaly. Tyto svaly se upínají na hrudní kost vybíhající směrem ven z těla v podobě hřebenu. U nelétavých ptáků, např. běžců, hřeben hrudní kosti chybí. Kromě **velkého prsního svalu** se na létání podílí i sval **podklíčkový**, který při letu zvedá křídlo nahoru.

Zvláštním uzpůsobením nohy ptáků je **běhák**, který vznikl srůstem posledních zánártních a všech nártních kůstek.

5.3 Savci

Letouni jsou savci, kteří se druhotně přizpůsobili životu ve vzduchu. Kostra předních končetin je svým složením totožná s kostrou končetin ostatních obratlovců, poměry jednotlivých kostí se však liší. Létací blána je napjata mezi přední končetiny s výrazně prodlouženým záprstím a prsty (kromě palce), zadní končetiny a ocasní část páteře. Je to dvojitá tenká kůže, velmi jemná, citlivá a dobře prokrvená. Mohutné prsní svaly se upínají na hrudní kost podobně jako u ptáků.

.



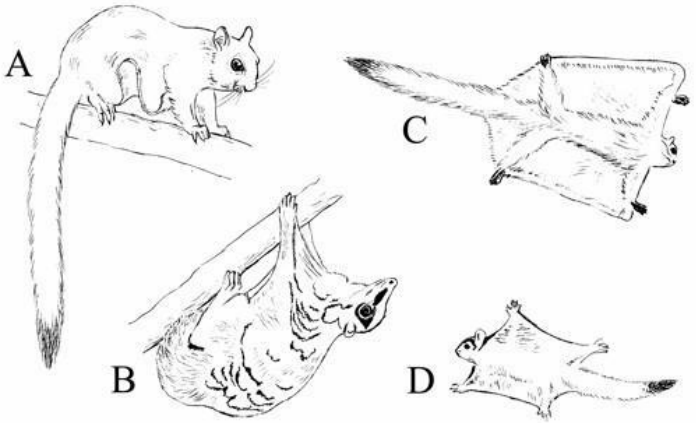
6 Plachtění a klouzavý let

Plachtění a klouzavý neboli padákový let jsou dva způsoby pasivního pohybu ve vzduchu. U různých živočichů se během vývoje vyvinuly odlišné techniky tohoto způsobu letu, ale jedno mají společné: nejvýhodnější je zploštit tělo a současně zvětšit jeho plochu. Savci často používají kožní lemy (např. letuchy, hlodavci, jako jsou poletuchy, nebo vačnatci, jako jsou vakoveverky). Někteří plazi zvětšují plochu těla roztažením žeber nebo napnutím kožních záhybů a lemů

Poletuchy jsou hlodavci, kteří mají létací blány (kožní lem) porostlé srstí a natažené mezi předními a zadními nohama. Dobře šplhají po stromech. Při útěku před predátorem skočí do volného prostoru a padákovým letem se přemístí na další strom. Jsou nejlepšími plachtaři ze všech savců; byly jim naměřeny lety dlouhé přes sto metrů, při nichž ztratily pouhých 10 metrů výšky.

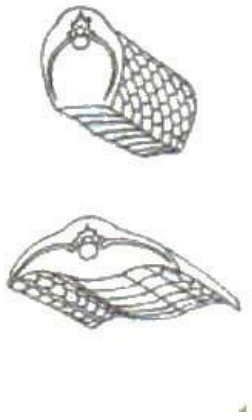
Mezi létající vačnatce patří například **vakoveverka létavá**. Plachtí spíše na krátké vzdálenosti (průměrně 20 m).

Letuchy (B) představují samostatný řád savců a jsou spolu s tanami nejbližšími příbuznými primátů. Naproti tomu **poletuchy** (A, C) patří do čeledi veverkovitých, tedy mezi hlodavce.
Vakoveverka (D) je australský vačnatec.



http://www.zoologie.frasma.cz/mmp%200309%20savci/savci_C.html

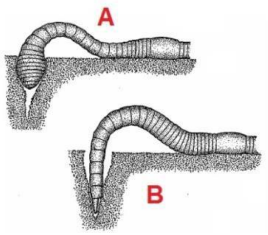
Někteří hadi žijící v korunách stromů (např. **bojgy**), jsou schopni překvapivě efektivně „létat“ poté, co zploští své tělo roztažením pohyblivých prodloužených žeber a zatáhnou břicho tak, že při pohybu vzduchem vzniká vztlak, udržující hada ve vzduchu. Klouzavému letu napomáhá i rozvlnění těla.



Beazley, M. : Království zvířat. Albatros, Praha 1983

7 Pod zemí

Ačkoliv se může zdát, že podzemí nemůže poskytnout dostatek obživy a prostoru pro život, stalo se domovem velkého počtu živočichů, z nichž největší skupinu tvoří bezobratlí. Výbornou schopnost pronikat půdou a trvale v ní žít mají i zástupci kroužkovců – **žížaly**. Razí si chodbičky až do hloubky dvou metrů. Při hledání potravy na povrchu půdy se od své chodbičky nevzdalují, ale zůstávají zadní částí uchyceny v jejím ústí. Jednotlivé články těla mohou stahovat nezávisle na ostatních článcích. Na každém článku vyrůstají Zapojování svaloviny se při pohybu periodicky opakuje.



Hrabavá činnost žížaly:

A – Stah předních článků rozšiřuje chodbu.

B – Pohyb těla vpřed: okružní svalovina stažená, podélná uvolněná (Schlaghamerský, 2009).

http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/files/148/11148.jpg

Souboj žížaly a kosa

Žížala stahem podélné svaloviny rozšíří a zkrátí tělo a zapře se v zemi pomocí štětinek.

http://zaci.zsnadrazi.cz/mako

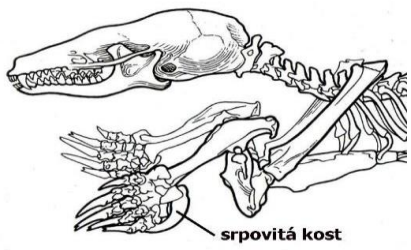
Také **mnohonožky a stonožky** jsou tvarem a pevným povrchem těla přizpůsobeny životu v půdě. Tělo **mnohonožek** je na průřezu kruhovité nebo půlkruhovité a je kryté pevnou kutikulou z chitinu a uhličitanu vápenatého. Na každém tělním článku jsou dva páry končetin – tělní články vznikly splynutím dvou článků. Při podráždění se mnohonožky často stáčejí do kuličky nebo spirály.

Stonožky mají protáhlé zploštělé tělo tvořené jednotlivými články. Každý článek nese jeden pár končetin; první je přeměněn na kusadlové nožky s jedovou žlázou, poslední na vlečné nožky, které jsou sídlem hmatu.

Hrabavé nohy se vyvinuly i u hrabavých druhů žab, např. u **blatnic**. Mají zavalité tělo a krátké zadní nohy s ostrým patním mozolem, který jim usnadňuje zahrabávání do půdy.

Své obydlí našel pod zemí i zástupce savců, **krtek obecný**.Tvar předních končetin krtka je uzpůsobený k hloubení chodeb. Do stran vybočené přední nohy mají široké dlaně s pěti prsty zakončenými silnými drápy. Šířku dlaně zvětšuje na straně palce takzvaná **srpovitá kost**. Končetiny mu usnadňují nejen hrabání, ale i posunování v již vyhrabaných tunelech.

Přední část kostry krtka s hrabavými končetinami



https://pbs.twimg.com/media/C6B75VyWYAEqa-X.jpg:large

Rypoši se od krtků odlišují především způsobem hloubení tunelů. Končetiny používají pouze k odhrabávání zeminy, chodby razí pomocí výrazně zvětšených hlodavých zubů.

Rypoš lysý

http://hell-vs-heaven.blog.cz/1112/rypos-lysy-heterocephalus-glaber

8 Migrace

Od nepaměti se mnozí živočichové z různých důvodů (potřeba potravy, nástup období rozmnožování nebo konkurenční vztahy a snaha získat životní prostor) přemisťovali z místa na místo. Tzv. **běžné pohyby** jsou malými přesuny v rámci omezeného prostoru, týkající se především nižších živočichů. **Potulní živočichové** vedou kočovný život, hlavním smyslem přesunů je získání potravy. Potulky se pravidelně opakují (losi, havrani…). **Migrace** (stěhování, tahy) jsou pravidelně se opakující pohyby směřující tam a zpět mezi stálými místy (např. tažní ptáci, některé ryby, pakoně). Během přesunů mnoho jedinců zahyne (hlad, vyčerpání, predátoři, lidská činnost), tato skutečnost však pomáhá udržet populace migrujících živočichů silné a zdravé.

8.1 Migrace vzduchem

Tahy ptáků

Schopnost létat umožnila ptákům osídlit většinu míst na Zemi. Mohou být stálí nebo potulní, zvládají ale i mnohasetkilometrové přelety v rámci migrace. Důvodem je především snaha o zajištění dostatku potravy pro sebe nebo potomstvo. V zimovišti je sice někdy možné úspěšně přežít, ale vzhledem k velké konkurenci a přítomnosti predátorů to není vhodné místo k odchovu potomků. Proto tažní ptáci z našich zeměpisných šířek vychovávají mláďata v hnízdištích mírného pásma, ale chladnou zimu tráví v zimovištích v teplejších oblastech. Potřeba sezonních migrací je dána geneticky, jedná se o instinktivní chování.

Cesta do zimovišť trvá ptákům delší dobu než návrat do hnízdišť. Většina hmyzožravých ptáků táhne v noci, semenožraví využívají k letu spíše den. Na cestu se vydávají v brzkých ranních hodinách.

Jednotlivé druhy ptáků se pohybují různou rychlostí. K jedněm z nejpomalejších patří **ťuhýci,** kteří se denně přesouvají jen o malé vzdálenosti. Přelet do zimoviště i

nazpět je pro ptáky energeticky velmi náročný, proto musí mít před odletem dostatečné tukové zásoby. Nutný je také dobrý stav opeření.

K našim nejznámějším stěhovavým ptačím druhům patří vlaštovky, jiřičky, rorýsi a čápi. Táhnou především do oblasti Středomoří, Pyrenejského a Apeninského poloostrova, ale také do oblasti subsaharské Afriky (např. čápi nebo rorýsi). Až na jih Afriky na zimu cestuje **rorýs obecný, žluva hajní a kukačka obecná**.

8.2 Migrace vodou

Také živočichové, žijící ve vodě, se během svého života přemisťují. Ať už se jedná o denní vertikální přesuny (např. pohyb planktonu k hladině a do hloubky v závislosti na dni a noci) nebo migrace dlouhodobější a jinak směrované. Vodou migrují nejčastěji ryby, ale také plazi (želvy) nebo savci (kytovci). K orientaci využívají ve velké míře Slunce, ale někteří i svůj výborný čich, proudový smysl nebo echolokaci.

K nejlépe prozkoumaným migracím patří tah **lososů** (anadromní migrace). Jedná se o migraci, při níž ryba tráví většinu života v moři. Pohlavně dospívající jedinci se shromažďují v brakických (smíšených) vodách v ústích řek a ve velkých hejnech pokračují v cestě proti proudu řek na trdliště, kde se vytírají. Cesta může být dlouhá až přes 3000 km.

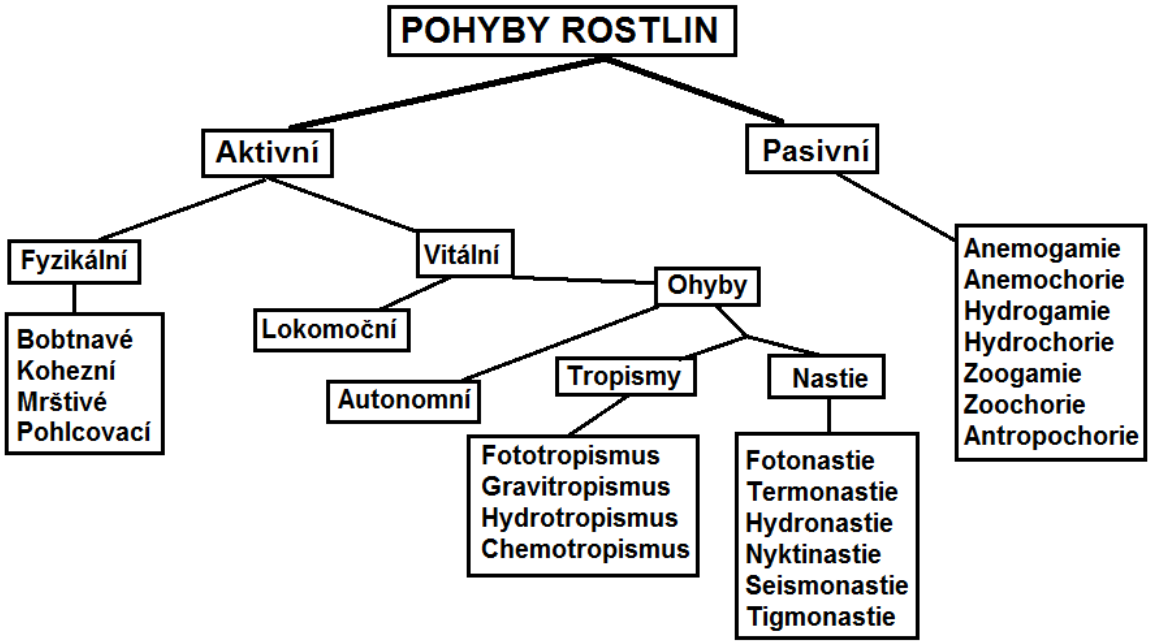
Úhoř říční cestuje opačně (katadromní migrace). Ryby dospívají v řekách a odtud migrují do Atlantského oceánu. V případě potřeby se úhoři dokážou určitou dobu plazit vlhkou trávou po souši. Také oni mají při návratu do řek problémy s neprostupností našich vodních toků.

8.3 Migrace po souši

Při migraci po souši překonávají živočichové obvykle kratší vzdálenosti než při migracích vodou a vzduchem. Také na ně však číhají mnohá nebezpečí a někteří z nich nedorazí k cíli.
Obojživelníci provádějí několik typů přesunů, nejvýraznější je jarní přesun žab ze zimoviště na místo rozmnožování.

9 Pohyby rostlin

Rostliny jsou na rozdíl od živočichů organizmy přisedlé, pevně fixované po celý život k podkladu (výjimkou jsou některé druhy vodních rostlin). Přesto i u rostlin nalezneme celou řadu různých typů pohybu. Rostliny musí během růstu reagovat na mnoho rozmanitých podnětů z prostředí a samozřejmě se musí šířit na nová území. Většinou se nejedná o aktivní pohyb celých jedinců, ale o pohyby různých částí rostlinného těla. Rostlinné pohyby můžeme rozdělit podle charakteru na aktivní a pasivní. **Aktivní pohyby** se uplatňují u vyšších rostlin pouze na úrovni jednotlivých částí rostlinného těla (hlavně změnou směru či rychlosti růstu), a protože rostliny nemají nervovou soustavu, jsou řízeny především rostlinnými hormony (fytohormony). **Pasivní pohyby** rostlin mají nezastupitelný vliv v rozmnožování a šíření rostlin na nové lokality a jsou způsobeny vnějšími činiteli.
V následujících kapitolách si probereme jednotlivé typy aktivních i pasivních pohybů a ukážeme si několik příkladů zajímavých rostlin, které daný pohyb během svého života využívají.



9.1 Aktivní pohyby

Aktivní pohyby rostlin mohou vznikat čistě na základě fyzikálních principů, potom hovoříme o fyzikálních pohybech, nebo bezprostředně souvisejí s růstem rostliny, ty nazýváme vitálními pohyby.

9.1.1 Fyzikální pohyby

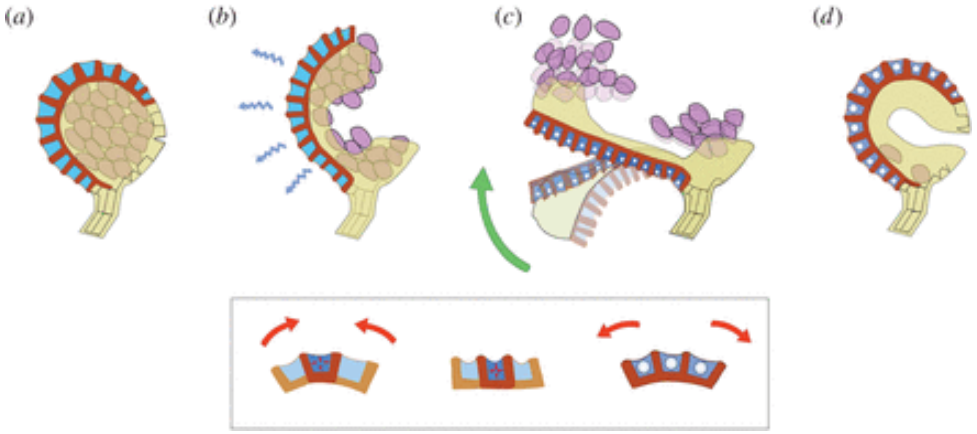
Fyzikální pohyby mohou mít různý charakter podle typu fyzikálního procesu, na kterém jsou založeny, a lze je pozorovat i na mrtvých částech organizmů. U všech typů fyzikálních pohybů hraje významnou roli voda. Rozlišujeme pohyby bobtnavé (hygroskopické), kohezní (založené na soudržnosti molekul vody – kohezi), mrštivé (explozivní) a pohlcovací. Pokud fyzikální pohyby slouží k šíření semen nebo jiných rozmnožovacích částic (**diaspor**), hovoříme o tzv. **autochorii**, kdy rostlina tyto částice šíří vlastními silami.

Bobtnavé (hygroskopické) pohyby hrají významnou roli v rozmnožování a šíření některých rostlinných druhů. Jsou založeny na změně tvaru a velikosti buněk na základě nasávání a ztráty vody a díky bobtnavosti buněčné stěny. Příkladem hygroskopického pohybu je otevírání (a případně i zavíraní) různých typů plodů (nebo šištic jehličnanů), které je spojené s uvolňováním semen do okolního prostředí. **Šišky** většiny jehličnanů jsou tvořeny šupinami, které kryjí okřídlená semena. Spodní část šupin ve vlhku nabobtná a tím se udržuje šiška uzavřená, za suchého počasí spodní strana šupin vysychá a zkracuje se a tím se šiška otevře a semena se uvolní, takže se mohou díky suchému počasí snadněji šířit na větší vzdálenosti.

Hygroskopickými pohyby je ovlivněno i otevírání tobolek **zvonků** nebo **silenek** a také pukání lusků rostlin z čeledi **bobovitých**, kam patří např. hrachor či fazol. Otevírání plodů je v těchto případech vždy způsobeno ztrátou vody. Významnou roli hraje bobtnavý pohyb také při rozmnožování **přesliček**. Přesličky mají výtrusy se čtyřmi pentlicovitými útvary zvanými **haptery**. Ty se za vlhka stáčejí a proplétají s hapterami okolních výtrusů a tyto shluky se pak šíří vzduchem jako celek.

Hygroskopické otevírání šišek borovice (vlevo) a rozpadání poltivého plodu kakostu (vpravo)
https://i.stack.imgur.com/5qCk2.png
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/af/Geranium_sanguineum02.jpg

Kohezní pohyby jsou založené na soudržnosti molekul vody (kohezi) a její přilnavosti k vnitřní straně buněčné stěny. Tento jev se významně uplatňuje při rozmnožování **kapradin**. Na kohezním pohybu je totiž založeno otevírání zralých **výtrusnic** (sporangií) spojené s uvolňováním výtrusů.



Schematické znázornění otevíraní výtrusnice kapradin. Výtrusnice (a) odpařuje vodu z buněk prstence, ty se smršťují a výtrusnice praská (b). Nakonec výtrusy vypadávají (c, d).

http://rsif.royalsocietypublishing.org/content/13/114/20150930.figures-only

Mrštivý (explozivní) pohyb je vyvolán změnou vnitřního tlaku v buňkách (tzv. turgoru). Zvětšující se napětí v buňkách způsobí náhlé puknutí plodu a vymrštění semen. Samotný pohyb může být spuštěn např. dotykem nebo kapkou deště. Nejznámější rostlinou rostoucí i u nás, která využívá explozivní pohyb k šíření semen, je netýkavka.

Zralé tobolky netýkavky před (vlevo) a po puknutí (vpravo)

http://www.terrain.net.nz/friends-of-te-henui-group/weeds/himalayan-balsam-impatiens-glandulifera.html
https://missionazul.files.wordpress.com/2014/06/img_7501.jpg

Pohyb **pohlcovací** využívají **bublinatky**, vodní masožravé rostliny rostoucí i u nás. Bublinatka se většinou volně vznáší ve vodním sloupci, kde lapá drobné bezobratlé živočichy do zvláštních pastí listového původu. Pasti jsou měchýřkovité útvary s otvorem opatřeným zavírající se chlopní.

9.1.2 Vitální pohyby

Vitální pohyby většinou souvisejí s růstem rostliny. Jedná se hlavně o rozmanité typy ohybů různých částí rostliny.

- **Lokomoční pohyby**

Lokomoční pohyby (taxe) představují aktivní pohyb z místa na místo. Tento druh pohybu je zastoupen hlavně u vývojově nižších skupin rostlin (bičíkaté jednobuněčné zelené řasy). U vyšších rostlin se s tímto pohybem setkáváme pouze u samčích pohlavních buněk (spermatozoidů) mechorostů, kapradin a některých nahosemenných rostlin (např. u **jinanu dvoulaločného**)

- **Ohyby**

Ohyby tvoří nejrozšířenější a stěžejní způsob aktivního pohybu vyšších rostlin. Ohyby se vyskytují prakticky u všech orgánů na rostlinném těle a jsou řízeny převážně výskytem a pohybem rostlinných hormonů (fytohormonů) v buňkách těchto orgánů.

Tropismy a nastie

Tento typ ohybů je vyvolán nějakým vnějším podrážděním a rostlina na podnět může zareagovat několika způsoby. Rostlina (rostlinný orgán) se buď může pohybovat v nějakém směru ke zdroji podráždění, poté hovoříme o tropismech, nebo je její reakce nezávislá na směru působení podnětu a takovéto pohyby nazýváme nastie.

Tropismy

Jak jsme si již řekli, tropismy jsou orientované reakce na podráždění. Pokud se rostlina či její část ohýbá směrem ke zdroji podráždění, jedná se o po **pozitivní tropismus** (například otáčení listů ke světlu). Pokud se ohýbá od zdroje podráždění, jde o **negativní tropismus** (například růst stonku opačně k působení zemské přitažlivosti). Tropismy mohou být vyvolány mnoha nejrůznějšími faktory v prostředí a podle toho rozlišujeme mnoho typů pozitivních i negativních tropismů.

Ohyby rostlin vyvolané světlem označujeme jako **fototropismus**.

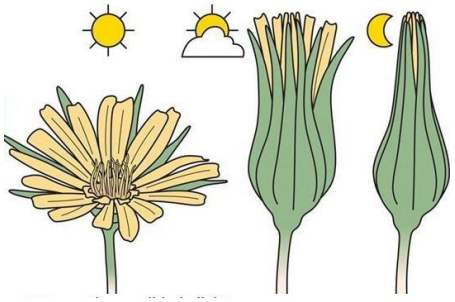
Dalším významným faktorem, ovlivňujícím růst a způsobujícím ohyby rostlin, je zemská gravitace. V tomto případě hovoříme o **gravitropismu**). Vzhledem ke stále stejné intenzitě gravitace je během růstu rostlin nejdůležitější délka jejího působení. Stonek je negativně gravitropický (roste proti směru působení gravitace), zatímco hlavní kořen je pozitivně gravitropický (roste ve směru gravitace).

Dalším významným faktorem majícím na růst rostlin velký vliv je jednostranné působení vlhkosti. Reakce na změnu v množství dostupné vody se nazývá **hydrotropismus**. Kořeny jsou pozitivně hydrotropní, rostou ve směru zvyšující se vlhkosti.

Nastie

Jako nastie označujeme pohyby, které nejsou orientované vůči zdroji podráždění. Směr pohybu je v tomto případě dán vnitřní strukturou reagujícího orgánu. Nastie může být vyvolána vnějšími i vnitřními podněty a na rozdíl od tropismů zde podnět nemusí působit jednostranně. Ohyb je způsoben buď změnou rychlosti růstu na protilehlých stranách orgánu, nebo změnou tlaku vody v některých buňkách nebo pletivech.

Prvním typem, který si zmíníme, je **fotonastie**, reakce na změnu intenzity světla. U mnoha rostlin změna intenzity slunečního záření vyvolává otevírání a zavírání květů či květenství, které je způsobeno odlišnou rychlostí růstu vnější a vnitřní strany okvětních nebo korunních lístků. Fotonastické rostliny proto mohou mít květy uzavřené i přes den, pokud je zataženo a není dostatečně silné světlo, aby se otevřely. isty. Kozí brada otevírá květenství za slunečného počasí, tedy fotonasticky.



9.2 Pasivní pohyby

Do této chvíle jsme se bavili o pohybech, které ve většině případů probíhaly na velmi krátké vzdálenosti, většinou v řádu centimetrů, maximálně metrů. Rostliny se ale dokážou šířit i na velké vzdálenosti mnoha set až tisíc kilometrů. Protože však rostliny jsou v naprosté většině případů po celý život upevněné k podkladu, potřebují k šíření specializované částice, které nazýváme diaspory. Diaspory mohou být mnoha různých typů.

V zásadě vznikají buď pohlavně (generativně), nebo nepohlavně (vegetativně).

- V prvním případě se jedná o semena a plody (při popisu tohoto typu šíření

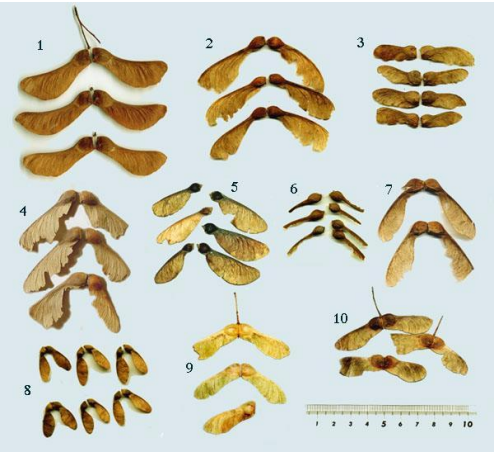
používáme koncovku –chorie) nebo pylová zrna (pak při popisu požíváme koncovku –gamie).

- V druhém případě může jít o hlízy, cibule, pacibulky, části lodyh nebo i celé malé rostlinky.

Nyní si představíme jednotlivé typy přenašeč diaspor a uvedeme si přizpůsobení rostlin pro daný typ šíření.

9.2.1 Šíření větrem

Vítr je jedním z nejvýznamnějších šiřitelů pylu, semen a plodů. Některé skupiny rostlin jsou na něm zcela závislé. Rostliny, které využívají vítr pro přenos pylu, označujeme jako **větrosnubné** nebo také větrosprašné (**anemogamní**). Přenos semen a plodů větrem se nazývá **anemochorie**. Mezi větrosnubné patří naprostá většina nahosemenných rostlin, dále většina našich listnatých stromů a některé početné čeledi rostlin, jako jsou lipnicovité (trávy), šáchorovité (např. ostřice) nebo merlíkovité (merlík, lebeda). Vzhledem k nepatrné hmotnosti pylu je jeho šíření větrem snadné, a tak se může šířit i na obrovské vzdálenosti. Pylová zrna některých jehličnanů, např. smrku a borovice, mají na povrchu vzdušné vaky, které zrno ještě více nadlehčují a usnadňují přenos větrem.



okřídlené dvounažky různých druhů javorů

plody jilmu

Zvláštním způsobem rozšiřovaní jsou známí tzv. **stepní běžci**. Jedná se o rostliny přizpůsobené životu na rozsáhlých travnatých plochách a mají kulovitý tvar. Po dozrání semen se celá rostlina odlomí a hnána větrem se kutálí po stepi, přičemž z ní vypadávají semena. Z našich rostlin jsou nejznámějšími stepními běžci **máčka ladní** a katrán tatarský.

Vlevo stepní běžec kutálející se krajinou. Vpravo náš nejběžnější druh stepního běžce (máčka ladní).

http://fthmb.tqn.com/zQ1dFUYQu89cSi828Kt8a7_WY6c=/640x0/filters:no_upscale()/about/tumbleweeds01_640-5870226c5f9b584db38600db.jpg
http://botany.cz/foto/eryngiumherb1.jpg (foto L. Kovář)

9.2.2 Šíření vodou

Dalším velice významným přenašečem diaspor je voda.

Rostliny, které využívají vodní prostředí pro přenos pylu, označujeme jako **hydrogamní** a jsou to pouze některé druhy vodních rostlin. Daleko důležitější roli hraje voda při šíření semen či plodů a různých nepohlavně vzniklých (vegetativních) částic. Takové rostliny označujeme jako **hydrochorní**. Patří mezi ně naprostá většina vodních rostlin i rostlin rostoucích na březích řek a jiných vodních ploch včetně moří. Semena či plody jsou pro šíření vodou často přizpůsobené různými mechanismy.

9.2.3 Šíření zvířaty

Významným (a pro některé rostliny nenahraditelným) přenašečem diaspor jsou živočichové. Různá přizpůsobení k přenosu přitom nalezneme jak u rostlin, tak i u živočichů. Přenos pylu zvířaty označujeme jako zoogamii. Největší roli zde hraje hmyz, proto takové rostliny označujeme jako **entomogamní (hmyzosnubné)**.

Entomogamie je mezi kvetoucími rostlinami značně rozšířená a vedla k některým zajímavým adaptacím. Entomogamní rostliny lákají opylovače velkými barevnými květy, specifickou vůní nebo přítomností nektaru.

Mnoho rostlin opylují denní i noční motýli.

Některé rostliny opylují i dvoukřídlí (mouchy), ty jsou zase lákány květy vydávající

zápach hnijícího masa, do kterého mnoho dvoukřídlých klade vajíčka. Z obratlovců se na opylování podílejí jihoameričtí kolibříci, dále strdimilové, kaloni z řádu letounů, drobní vačnatci possumové a další.

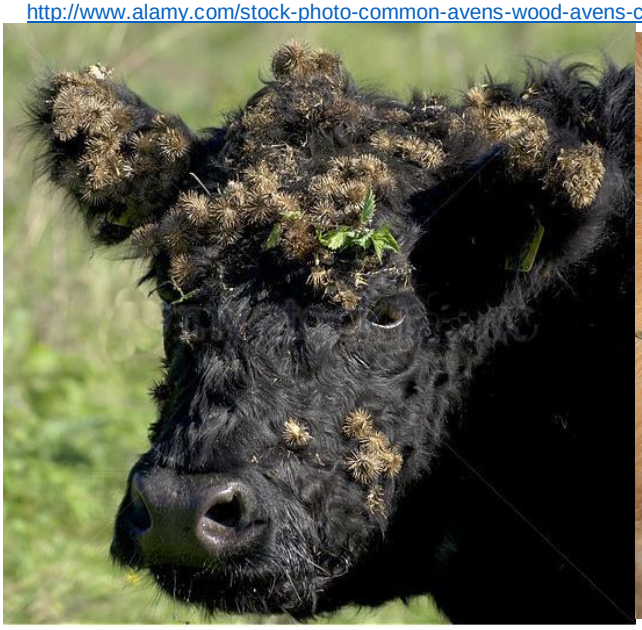
Velký význam mají živočichové při šíření semen a plodů. Mnoho rostlin je na nich zcela závislých. Takovýto přenos označujeme jako **zoochorii**. Podle toho, zda se semena či plody šíří na povrchu nebo v těle živočichů, rozlišujeme **epizoochorii** (na povrchu) a **endozoochorii** (uvnitř). Mnoho rostlin má svoje specializované přenašeče, kteří se na určité druhy různě adaptovali. Endozoochorní rostliny jsou rozšiřovány především ptáky a savci, vzácně i rybami (některé druhy vodních rostlin). Tyto rostliny tvoří dužnaté bobule nebo peckovice (méně často i jiné typy plodů), které živočichy lákají k snědku barvou a někdy i vůní. Z našich druhů jsou takto šířena semena třešně, ptačího zobu, růže, jeřábu, jahodníku nebo jmelí. Ptáky jsou šířena i semena prudce jedovatého tisu červeného. Ptáky láká sladký dužnatý míšek, který jedovatý není, samotné semeno je vyloučeno ptákem mnohem dříve, než by mohlo způsobit otravu. Ve vodním prostředí mohou být rybami šířena např. semena leknínu.

Mnoho rostlinných druhů rozšiřuje semena a plody zachycené na povrchu těl živočichů (epizoochorie).

Mnohem více druhů rostlin má semena a plody uzpůsobené k šíření na povrchu zvířat zachytáváním v srsti či peří pomocí různých typů háčků nebo lepkavých látek. Lepkavé plody má z našich druhů například šalvěj lepkavá a rožec lepkavý. V naší přírodě nalezneme mnoho druhů rostlin, které mají na plodech různé háčky, které se snadno zachytávají do srsti zvířat nebo i na oblečení člověka.

Plody lopuchu (vlevo) a kuklíku (vpravo) zachycené na srsti zvířat.

http://l7.alamy.com/zooms/72b27fb5a98a4b3a92ec39c490648575/galloway-cow-fbwfp4.jpg
http://www.alamy.com/stock-photo-common-avens-wood-avens-clover-root-geum-urbanum-fruits-on-the-forehad-97228204.html



Jedním z významných šiřitelů rostlinných diaspor je samozřejmě i člověk. V takovém případě hovoříme o **antropochorii**. Kromě nechtěného šíření semen, ať už na povrchu, nebo uvnitř těla, se člověk podílí i na záměrném šíření okrasných, užitkových a dalších rostlin po celé zeměkouli.

Semena dvouzubce zachycená na oděvu

https://en.wikipedia.org/wiki/Seed_dispersal#/media/File:Epizoochoria_NRM.jpg

10 Použitá a doporučená literatura (zoologická část textu)

Anděra, M., I. Horáček: Poznáváme naše savce. Mladá fronta, Praha 1982

Beazley, M.: Království zvířat. Albatros, Praha 1983

Bright, M., D. Burnie a kol.: 1000 divů přírody. Reader´s Digest Výběr, Praha 2002

Buchar, J a kol.: Klíč k určování bezobratlých. Scientia, Praha 1995

Durrell, G., L.Durrellová: Amatérský přírodovědec. Slovart, Praha 1997

Hölldobler, B. E. Wilson: Cesta k mravencům. Academia, Praha 1997

Javorek, V.: Kapesní atlas ploštic a křísů. SPN, Praha 1978

Kvasničková a spol.: Ekologický přírodopis pro 7. ročník, 1. část. Fortuna, Praha 2004

Kvasničková a spol.: Ekologický přírodopis pro 8. ročník. Fortuna, Praha 2008

Kvasničková a spol.: Ekologický přírodopis pro 9. ročník. Fortuna, Praha 2009

Thompson, J. C.: Migrace zvířat. Albatros, Praha 1988

http://www.goethe.de/ins/cz/pro/hk/CZ_Weiss.pdf
http://pro-zivot.webnode.cz/co-vime-o-prirode-/moucha-domaci/
http://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/pribehy-z-elektronoveho-mikroskopu-4-krasa-motylic.pdf
http://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/na-okraj-cerveneho-seznamu-brouku-majkoviti.pdf
https://cs.wikipedia.org/wiki/K%C5%99%C3%ADdlo_(biologie)
http://www.abicko.cz/clanek/precti-si-priroda/18252/zive-kluzaky-letat-je-tak-snadne.html
http://21stoleti.cz/2009/01/19/jak-krtek-ke-slepote-prisel/
https://is.muni.cz/el/1431/jaro2009/Bi8001/um/Pedobiologie_4_edafon.pdf
http://21stoleti.cz/2007/02/19/pod-zemi-ziji-az-15-m-dlouzi-cervi/
http://21stoleti.cz/2004/03/19/tajemstvi-taznych-ptaku/