Česká zemědělská univerzita v Praze

Ústřední komise Biologické olympiády

Biologická olympiáda

52. ročník

školní rok 2017–2018

Studijní text

k tématu: **Pohyb**

kategorie C a D

Dana Morávková, Marcela Mayerová,
Jan Rydlo, Šárka Mikátová

Praha 2017

Obsah

1 Svalový pohyb živočichů 5

2 Pohyb na souši 7

2.1 Pohyb bez končetin 7

2.2 Chůze a běh 8

2.3 Kdo dál doskočí 15

3 V korunách stromů 17

4 Vodní prostředí 19

4.1 Pohyb ve vodě – bezobratlí 19

4.2 Pohyb ve vodě – obratlovci 21

4.2.1 Pohyb ve vodě – paryby 22

4.2.2 Pohyb ve vodě – ryby 22

4.2.3 Pohyb ve vodě – obojživelníci 24

4.2.4 Pohyb ve vodě – plazi 25

4.2.5 Pohyb ve vodě – ptáci 26

4.2.6 Pohyb ve vodě – savci 27

4.3 Pohyb po hladině 29

5 Vládci vzduchu – letci 30

5.1 Hmyz 30

5.2 Ptáci 35

5.3 Savci 40

6 Plachtění a klouzavý let 41

7 Pod zemí 43

8 Migrace 48

8.1 Migrace vzduchem 49

8.2 Migrace vodou 53

8.3 Migrace po souši 55

9 Přílohy – adaptace končetin obratlovců 56

9.1 Přizpůsobení pětiprsté končetiny savců různému prostředí a způsobu života ... 56

9.2 Člověk – nožní klenba ... 56

9.3 Nohy hmyzu ... 57

9.4 Siluety letících ptáků ... 57

10 Pohyby rostlin ... 58

10.1 Aktivní pohyby *... 58*

10.1.1 Fyzikální pohyby ... 59

10.1.2 Vitální pohyby ... 64

10.2 Pasivní pohyby *... 73*

10.2.1 Šíření větrem ... 73

10.2.2 Šíření vodou ... 78

10.2.3 Šíření zvířaty ... 79

11 Buňka ... 84

11.1 Cytoskelet – vnitřní kostra buňky ... 84

11.2 Pohyb buněk ... 84

12 Použitá a doporučená literatura (zoologická část textu) ... 89

Milí soutěžící,
letošní kolo biologické olympiády vás určitě nenechá zahálet, protože se budeme zabývat pohybem. Budeme zkoumat nejen to, jak se z místa na místo dopravují živočichové, ale probádáme i pohyby rostlin. Myslíte, že se nepohybují? Ale ano – reagují na světlo, na zemskou gravitaci, změny teploty, na chemické látky a mnoho dalších podnětů. Některé se pnou po oporách, které aktivně vyhledávají pomocí krouživých pohybů. Dlouhou cestu vykonávají i jejich pylová zrna a semena či celé plody. Nezůstaneme jen u přemísťování, ale podíváme se i na mechanismy pohybu a množství adaptací, které se vyvinuly v závislosti na prostředí, v němž organizmy žijí. Nebojte se čísel, uvádějících parametry pohybu, četnost a podobně. Čísla slouží jen pro vaši orientaci, určitě je po vás nebudeme chtít. V závěru textu se seznámíte i s mechanismy pohybu buněk a buněčných organel; tato část textu je však určena jen postupujícím do okresních a krajských kol soutěže. Nelekejte se ani délky textu. Sice počtem stran budí respekt, ale když jím zalistujete, zjistíte, že je plný obrázků a schémat. Text navíc obsahuje orámované části psané menším písmem, které zatím studovat nemusíte − čekají na ty z vás, kteří postoupí do vyšších (tedy okresních a krajských) kol. **Pro školní kolo stačí pročíst text neorámovaný.** Pro ještě lepší orientaci v textu jsou **jména organizmů** a **důležité pojmy** vyznačené **tučně.**

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.
Hlavním tématem našeho zkoumání bude právě aktivní pohyb. Jedná se o pohyb z místa na místo, vyvolaný a udržovaný vlastním pohybovým aparátem, přičemž organizmus spotřebovává své energetické zásoby. I přisedlí živočichové a rostliny jsou schopni aktivního pohybu. Většinu pohybů by nebylo možné provádět bez

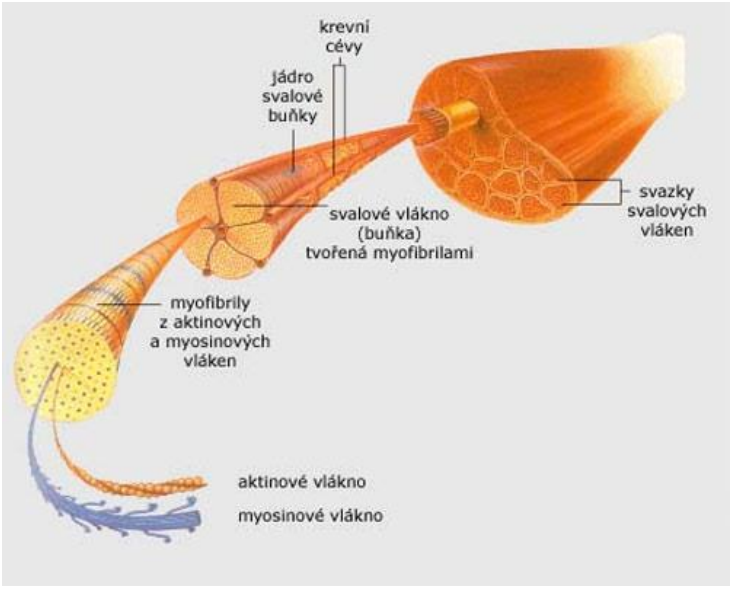
současného působení řady fyzikálních jevů, např. gravitace, tření, povrchového napětí a zákona akce a reakce.
Existuje několik typů pohybu; pro volně žijící (nepřisedlé) živočichy a jednobuněčné organizmy je typická **lokomoce**.

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, která je tvořena protáhlými vřetenovitými buňkami s jedním jádrem. U obratlovců tvoří stěny vnitřních orgánů a nelze ji ovládat vůlí.
Srdeční svalovina je specializovaným typem svalové tkáně obratlovců, která s aktivním pohybem přímo nesouvisí.
Příčně pruhovaná (kosterní) svalovina tvoří u členovců a obratlovců svalové skupiny, připojené na kostru. Tyto svaly jsou složeny z množství svalových vláken tvořených dlouhými svalovými buňkami válcového tvaru s velkým počtem jader. Těmito buňkami procházejí dlouhá vlákna – **myofibrily**, tvořené bílkovinami **aktinem a myosinem.** Aktin a myosin se po dodání energie do sebe zasouvají, což způsobí svalový stah.

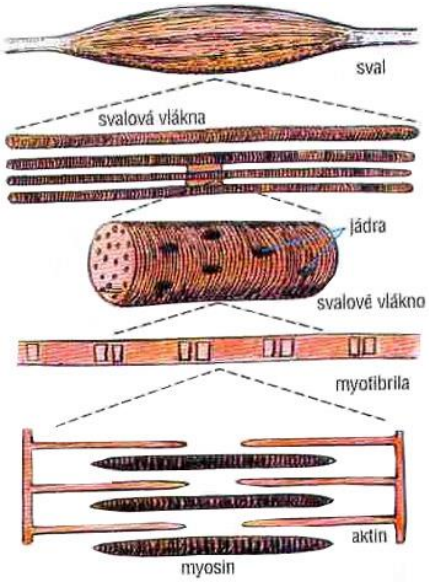


http://medicina.ronnie.cz/c-1821-mikroskopicka-stavba-svalu.html

V příčně pruhované svalovině rozlišujeme několik typů vláken, uvádíme dva nejvýznamnější:

Pomalá červená vlákna jsou hustě prokrvená, jejich buňky zpracovávají velké množství kyslíku, obsahují hodně mitochondrií, mají schopnost pomalých stahů, vykonávají vytrvalou práci.

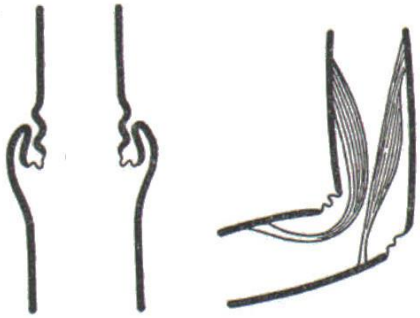
Rychlá bílá vlákna jsou málo prokrvená, mají schopnost pracovat anaerobně, jsou málo odolná proti únavě, mají schopnost vyvinout maximální sílu a rychlost po krátkou dobu.



http://medicina.ronnie.cz/c-8961-regenerace-uvod-ii.html

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.



Kloub končetiny u členovců

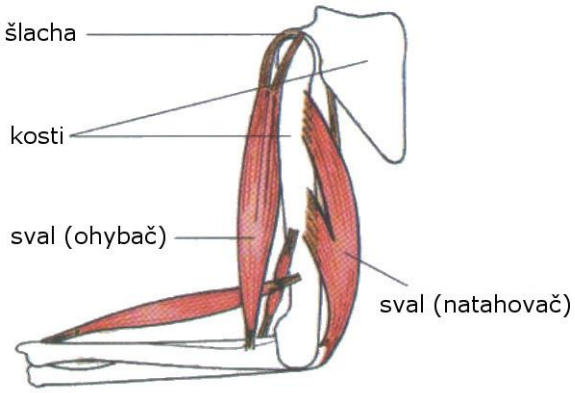
Vondřejc, J. a kol. *Biologie*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství 1964

Kloubní spojení kostí obratlovců



http://skolajecna.cz/biologie/Sources/Photogallery_Detail.php?intSource=1&intImageId=237

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.

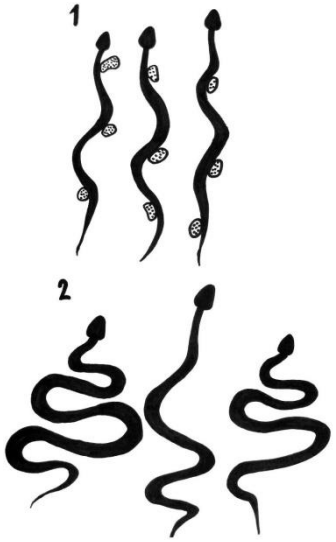
Hadi se pohybují několika různými způsoby:
− **Příčné vlnění**, při kterém had vytváří směrem od hlavy k ocasu několik kliček a tlakem proti nerovnostem terénu postupně posouvá jednotlivé kličky dopředu. Na podobném principu hadi i plavou, namísto nerovností terénu využívají odporu vody. Tento způsob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



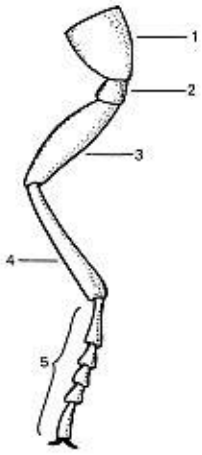
Pověstná rychlost hadů se týká rychlosti výpadu při lovu. Ani mamba černá, považovaná za jednoho z nejrychlejších hadů, se při běžném přesunu nepohybuje větší rychlostí než 16−20 km/h.

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. Adaptace hmyzích končetin si prohlédni v příloze studijního textu.

Stavba nohy hmyzu:



1 – kyčel

2 – příkyčlí

3 – stehno

4 – holeň

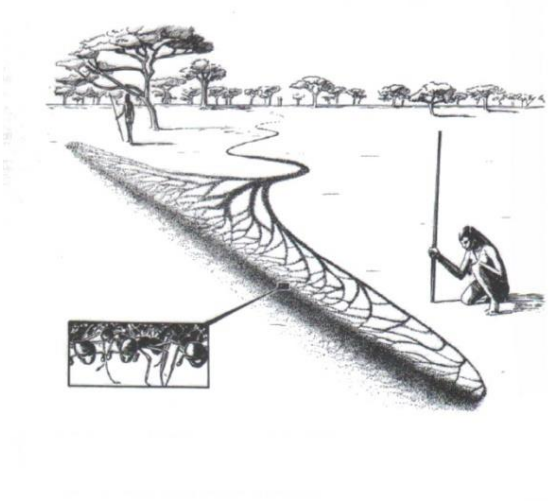
5 − článkované chodilo zakončené drápky

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

Více informací najdete zde:

http://www.hmyz.net/anatomie.htm#ixzz4hoFiz040

Afričtí stěhovaví mravenci



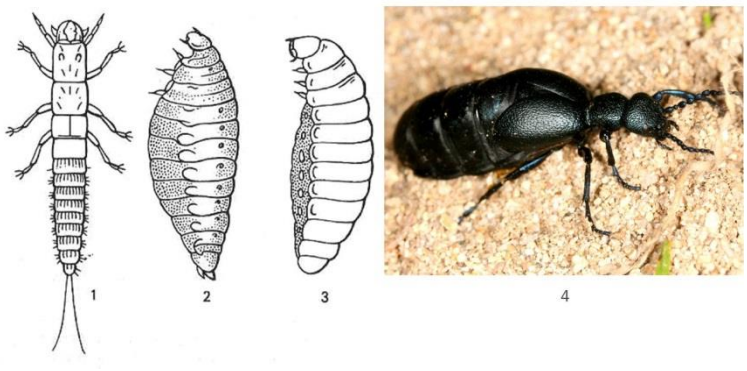
Mravenci legionáři žijí v tropech v Africe a Jižní Americe. Budují si dočasná hnízda pod zemí a z nich se vydávají na výpravy za potravou. Když se začnou stěhovat, chovají se jako jeden velký superorganizmus – vzájemný kontakt je zajištěn prostřednictvím chemických látek (feromonů), které mravenci vylučují. Proud mravenců z větší dálky připomíná řeku – rozlévají se na stovkách metrů a likvidují vše živé, hlavně hmyz a menší obratlovce. Proud nemá konkrétního vůdce, jednotliví mravenci v čele útvaru uběhnou krátkou vzdálenost, potom se vracejí zpět a uvolňují místo dalším. Tím vzniká dojem proudící vody.

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

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.

U **majky** je znám i pasivní způsob přesunu. Tento nelétavý brouk má zkrácené krovky, samice klade oplozená vajíčka do jamek v zemi. Vylíhlé larvičky lezou vzhůru po bylinách, na květech čekají na přílet samotářské včely (např. čalounice, pískorypky). Na její tělo se přichytí ostrými drápky a nechají se přenést do včelího hnízda. Tam parazitují na včelích vajíčkách a zásobách pylu a medu, při tom procházejí dalšími stádii proměny. Pokud se larva na květu přichytí na nesprávného hostitele (jiný druh včely nebo motýla), zahyne.

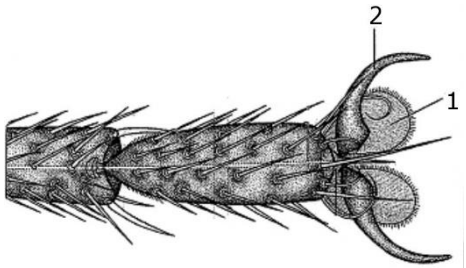
Vývoj majky
1–3: larvální stádia
4: dospělá majka



https://scrubmuncher.files.wordpress.com/2011/08/picture1.jpg

Moucha má na koncích chodidel jednak drápky, jednak houbovité polštářky s jemnými vlásky, které ji udrží na hladkém povrchu. Přilnavost zvyšuje také výměšek drobných žlázek na chodidlech – produkují lepivou emulzi (směs tuků, olejů a sacharidů), která způsobí „přilepení“ lehkého těla k podkladu. K odlepení před dalším krokem mouchy využívají tyto postupy:

- odtáhnou nohu od těla, čímž odlepí její spodní článek;
- uvolní nohu kroutivým pohybem;
- odlepí chodidlo zapřením dvou drápků, umístěných okolo polštářku; pohybují při tom nohou buď vpřed, nebo vzad.



Moucha domácí – noha s polštářky a drápky

http://docplayer.cz/17382281-Zoologicke-preparaty-hmyz-kat-cislo-111-3124.html

U obratlovců je vývojově původní pohyb po všech čtyřech končetinách (kvadrupední chůze), z ní se však u některých primátů vyvinulo i využívání chůze po dvou končetinách (bipední). Bipední chůzi využívají i ptáci, v minulosti také někteří ještěři (např. tyranosaurus).

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

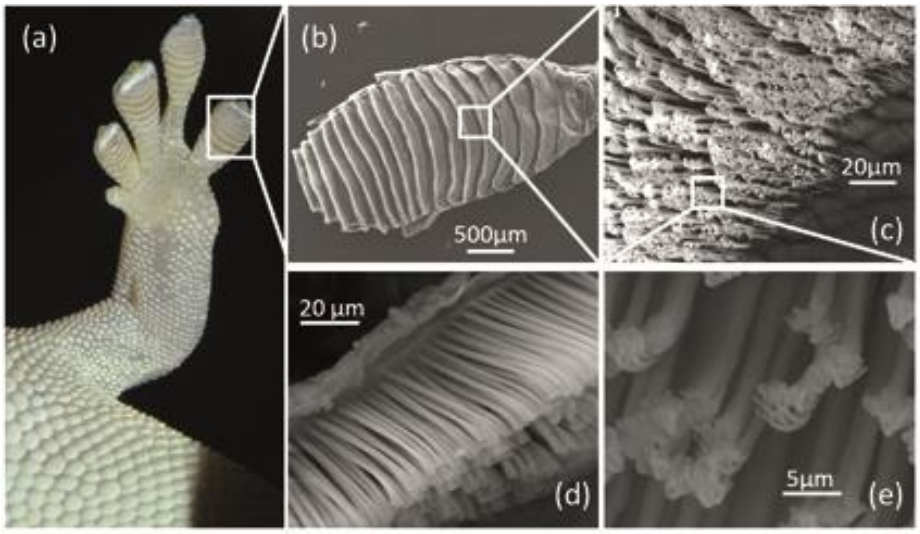


je proto doprovázeno vlnivým pohybem páteře a tudíž i celého těla. Pokud dojde k redukci či zániku končetin (např. u **slepýše**), zůstávají na kostře alespoň zbytky pletenců.

Varan komodský dokáže na krátkou vzdálenost vyvinout rychlost až 20 km/h. Mladí varani jsou schopni pomocí drápů šplhat po stromech. Hledají zde bezpečí před kanibalistickými dospělými a nacházejí tu potravu (hlavně ptáky). Staří jedinci jsou těžší, nemají důvod někam šplhat, hledají potravu na zemi. V případě potřeby se varan vztyčí i na zadní končetiny, oporou je mu ocas. Umí i plavat, potápí se do hloubek okolo čtyř metrů.

Výjimečné lezecké schopnosti mají **gekoni**. Bez problémů šplhají kolmo k zemi po zcela hladkém povrchu, nezastaví je ani případný strop terária. Vysokou přilnavost zajišťují gekonům například polštářky porostlé jemnými chloupky.

Končetina gekona

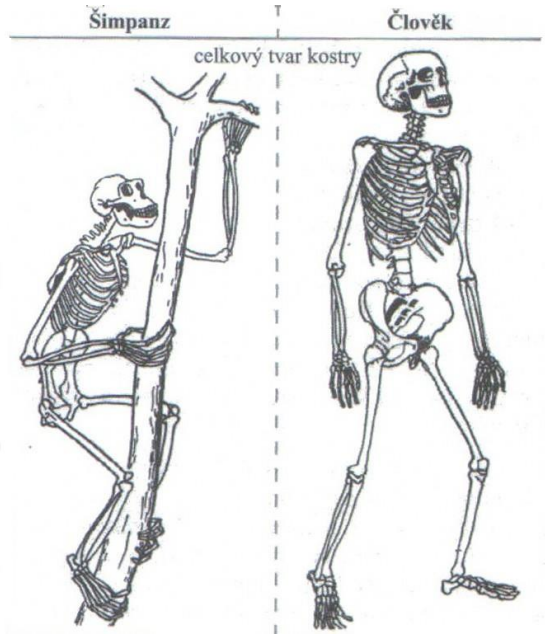


http://fyzmatik.pise.cz/1155-proc-se-gekon-udrzi-na-hladkem-povrchu.html

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

Také další primáti, např. **gorily**, využívají občas bipední chůzi. Převažují u nich však jiné způsoby lokomoce, a proto jejich tělo není pro tento typ chůze dostatečně přizpůsobeno. Při chůzi po čtyřech se gorily opírají o klouby předních končetin. Bipední chůzi využívají často i **giboni**.

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.

Medvěd lední je adaptován především na pohyb ve vodě, ale pohybuje se i po souši, po zamrzlém terénu. Hlavní potravou jsou ryby a tuleni, vyhledává také mršiny. Pokud je moře zamrzlé, číhá medvěd u otvorů v ledu, kde se tuleni nadechují. Při lovu míří nejprve tlapou na hlavu tuleně, omráčí ho a potom vytáhne na led.
Medvěd hnědý je všežravec. Pokud má možnost, obratně loví ryby. Buď je vyhazuje na břeh tlapou, nebo ponoří hlavu a kořist uchopí zuby. Mláďata dobře šplhají po stromech, kde se ukrývají před nebezpečím. Šplhat dovedou i dospělí.

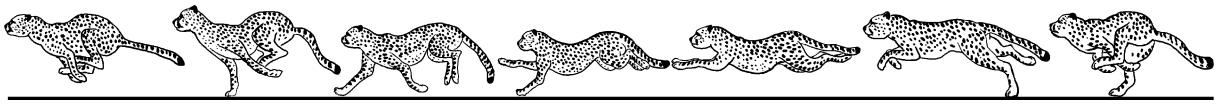
Také **zajíc polní** je ploskochodec. Je výborný běžec, dosahuje rychlosti až 50 km/h. Špatně se mu běhá z kopce, při větším sklonu terénu a rychlém běhu se překulí. Mohou za to zadní končetiny, které jsou delší než přední. Dokáže rychle měnit směr, pronásledovatele mate tím, že kličkuje a uskakuje do stran. Když je dopaden, lehne si na hřbet a snaží se bránit kopáním. Tlapky má zespodu porostlé zvláštními roztřepenými chlupy, což mu umožňuje rychlý pohyb i na hladké ploše. Je i výborný skokan, překoná výšku kolem jednoho metru a do dálky se přenese jediným skokem až o šest metrů. Většinou se pohybuje po stálých ochozech, které jsou dlouhé až tři kilometry. Zajíc je aktivní především v noci, je schopen uběhnout i několik kilometrů a vrátit se na výchozí místo. Vzhledem k tomu, že si zajíci nebudují žádné nory ani hnízda, musí být mláďata hned po narození schopná samostatného pohybu. Během námluv (honcování) jsou zajíci aktivní i během dne. Budoucí partneři se rvou, kopou, koušou a bijí předními končetinami.

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. Srazí ji tlapou a teprve potom se zakousne do krku. Má krátké, v dospělosti nezatažitelné drápy, které mu umožňují dobře se odrážet od země. Délka jeho skoků dosahuje až sedmi metrů. Dokáže vyvinout rychlost až 110 km/h, udrží ji však pouze po dobu několika desítek vteřin. Delší běh touto rychlostí nezvládne, nestačí doplňovat kyslík a také dochází k přehřátí organizmu.

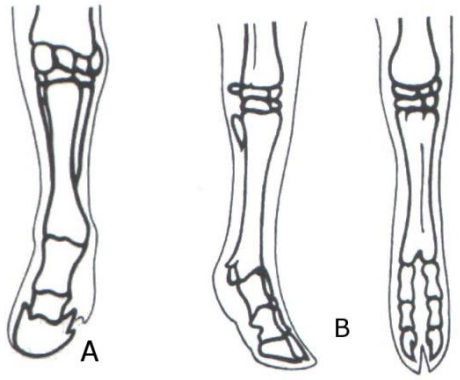
Někteří obratlovci, došlapující na špičky prstů, mají jejich konce pokryté rohovitou vrstvou – kopytem nebo paznehtem. Podle toho, kudy prochází osa nohy, je rozdělujeme na lichokopytníky a sudokopytníky.

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 …)

Žirafa je také sudokopytník, má ale vyvinuté jen dva prsty. Při běhu pohybuje krkem dopředu a dozadu, a tím vyvažuje celé tělo. Žirafí samci se při soubojích nejdříve zastrašují tím, že chodí kolem sebe v kruzích. Potom se postaví bokem k sobě, zkříží si krky do písmene X a začnou se přetlačovat. Stejně silní samci se tlučou hlavami a míří na hruď nebo krk. Následují i údery do ostatních částí těla, pokud jeden z nich neustoupí. Žirafy dokážou kopat předními i zadními nohama.
Žirafa je mimochodník. Zvíře chodící **mimochodně** střídá při chůzi nohy vždy jen na jedné straně těla. Mezi mimochodníky patří kromě žirafy např. i sloni, velbloudi, lamy, vlk hřivnatý. K mimochodníkům se řadí i některá plemena koní.

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. Více informací a animaci najdete na:
http://falanga.webnode.cz/zzvj/otazky-k-zzvj/chody-kone/



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. Při běhu dělá až pětimetrové kroky. Dráp vnitřního prstu je pro běh na tvrdém terénu zesílen tak, že se podobá kopytu. Pták ho v případě potřeby používá i na svou obranu – brání se kopáním.

Kasuár přilbový obývá tropické deštné lesy (Indonésie, Nová Guinea, severovýchod Austrálie). Prorážení podrostu a rozhrabávání listí při hledání potravy mu ulehčuje rohovinová „přilbice“, podle níž získal i český název. Také on má silné nohy s třemi prsty opatřenými dlouhými ostrými drápy (až 12 cm), kterými může způsobit vážná zranění. V případě potřeby dokáže dobře plavat.

2.3 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.

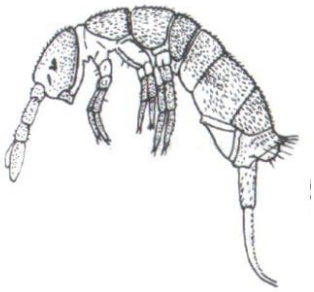
Dřepčíci jsou malí brouci (cca 3 mm) z čeledi mandelinkovitých. Mají ztloustlá stehna třetího páru končetin, což jim umožňuje dlouhé skoky. Dospělci vykusují do listů oválná okénka, a pokud je na listech vyrušíte, skáčou do všech stran jako blechy.

Dřepčík zelný



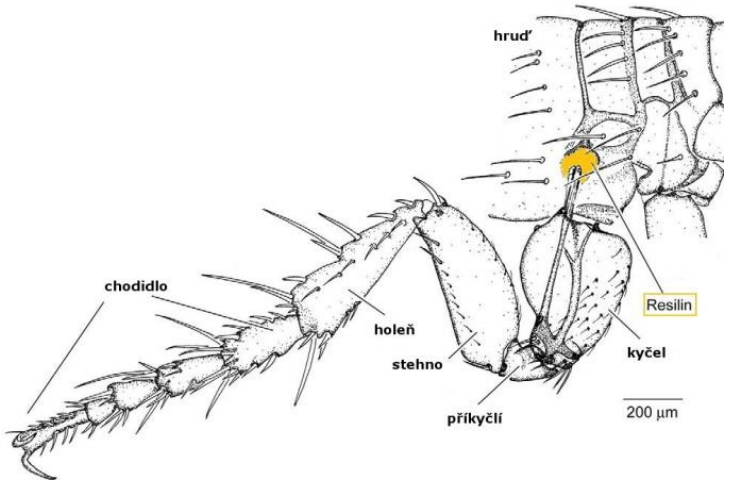
https://fr.wikipedia.org/wiki/Phyllotreta_nemorum#/media/File:Phyllotreta_nemorum_(Linn%C3%A9,_1758).jpg

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.

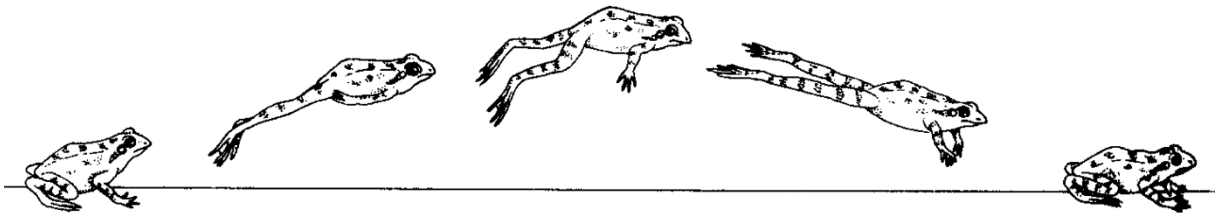


Buchar, J. a kol.: Klíč k určování bezobratlých. Praha, Scientia 1995

Určitě všichni znáte **blechu** – délkou skoků (v porovnání ke své hmotnosti a velikosti) překonává všechny rekordy. V horní části zadní končetiny má blecha struktury z velice pružné bílkoviny **resilinu.** Ta dokáže nahromadit energii, která se při skoku přenese přes klouby na dolní část končetiny a vymrští blechu do dálky až 35 cm a do výšky až 20 cm. Velikost blechy přitom činí jen 1–8 mm.



http://www.osel.cz/popisek_old.php?popisek=16554&img=1297372603.jpg



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).

Klokani se mohou pohybovat rychlostí až 60 km/h, jednotlivé skoky mohou u velkých druhů klokanů dosahovat při plné rychlosti až desetimetrové délky a třímetrové výšky. Délka skoku závisí na situaci, v níž se klokan nachází. Při běhu, útěku nebo ohrožení se skoky prodlužují. Zajímavé je, že klokani nemohou couvat. Kromě skoků mohou při pastvě pomalu kráčet po všech čtyřech, a to tak, že se opřou o přední končetiny, zadní končetiny přesunou před ně a zároveň se opřou o ocas.

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.

*Zopakujte si v učebnicích, jaké adaptace pro pohyb na kmenech stromů mají šplhavci (**datel, strakapoud, žluna**).*



Krab palmový (někdy je uváděn jako poustevníček) je suchozemský krab, který dovede vyšplhat na palmy až do výšky 20 metrů. Klepety pak odstřihne kokosový ořech a pozpátku sleze na zem. Klepety odstraní tuhou část a měkký obsah vykusuje.

Krab palmový

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/Crabe_cocotiers_Birgus_latro_%28Linnaeus_1777%29.jpg



Díky adaptaci prstů na končetinách se na větvích výborně pohybuje i **chameleon**. Má srostlé prsty, které jsou otočené proti sobě, takže tvoří jakési kleštičky. Na přední končetině srůstají na vnější straně dva a na vnitřní tři prsty, u zadních končetin je tomu naopak. To chameleonům zaručuje pevné obemknutí větvičky a potřebnou stabilitu těla při lovu.

http://zoomagazin.cz/co-dostalo-chameleony-na-vrchol-stromu/

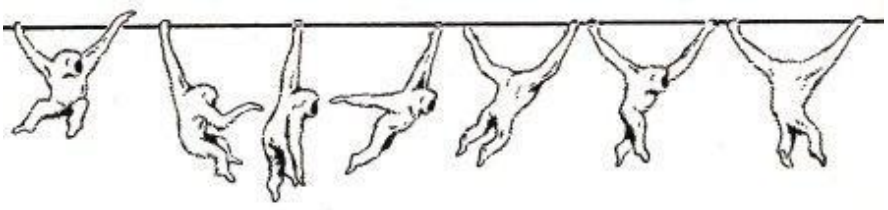


Rosnička zelená má na koncích prstů přísavky, které jí umožňují obratně šplhat po listech.

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

Lenochodi visí většinu života na stromě hřbetem dolů. Veškeré pohyby provádějí velmi zvolna, aby šetřili energií (strava lenochodů je energeticky chudá). Ze stromu sestupují pozpátku, a to za pouze občas účelem odložení trusu. Mají dlouhé končetiny se zahnutými drápy, které slouží při zavěšování na stromech jako háky. Na zemi se lenochodi pohybují plazivými pohyby, protože se nedokážou na nohy zvednout. Hlavu mohou otočit až o 200 stupňů, což jim umožňuje i při malé pohyblivosti pozorovat velkou část okolí. Zajímavé je, že lenochodi jsou výborní plavci.
Koala při lezení na strom pohybuje vždy současně předními nebo zadními končetinami. Dobře se pohybuje také na zemi.

Jedním z možných pohybů ve větvích je tzv. **brachiace.** Klíčovým momentem je zavěšení na větvi pomocí předních končetin, které díky adaptaci na brachiaci vykazují anatomické změny. Podmínkou jsou dlouhé, silné přední končetiny s dlouhými prsty (často je redukován palec) a velká pohyblivost ramenního kloubu, umístění lopatek a dlouhá, silná klíční kost. Pohybu ve větvích jsou přizpůsobeny i další části těla. Zadní končetiny i celé tělo regulují dráhu skoku, naopak zbytečný je ocas, který je proto redukován. Tělo se přemísťuje švihem na velké vzdálenosti. Brachiace je typická např. pro **gibony** a **orangutany**.



Gibon využívá brachiaci v 85 % pohybu, dosahuje při ní rychlosti až 35 km/h.

Orangutan je největší stromový savec na světě, pohybuje se prakticky celý život na v korunovém patře tropických lesů.
Zvláštním způsobem se ve větvích pohybují **chápani**. Konec ocasu mají na spodní straně lysý, kůže v těchto místech obsahuje velké množství nervových zakončení. Nacházejí se zde hmatové lišty stejně jako na dlaních a prstech. Při pohybu ve větvích se jím přidržují, při získávání potravy se na ocas dokážou zavěsit a používat ho jako pátou končetinu.

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

Ve vodním prostředí žije velké množství bezobratlých živočichů různých velikostí – od mikroskopických korýšů až po obrovské krakatice. Obývají různou hloubku, vodu sladkou, smíšenou i slanou. V následujícím textu se seznámíte s několika jejich zástupci.

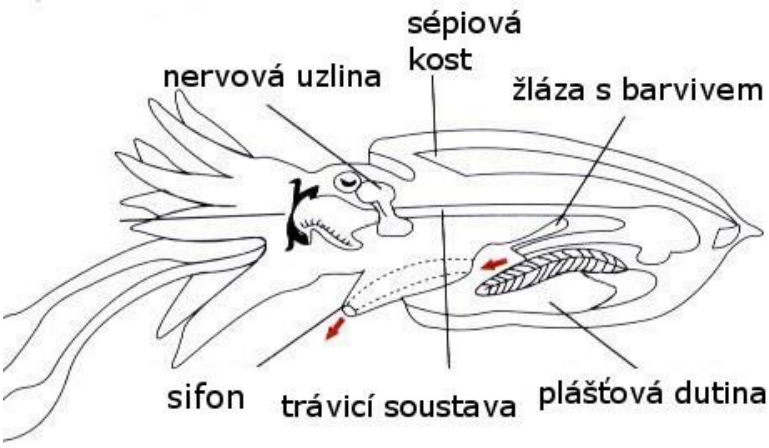
Medúzy patří mezi žahavce. Nemají žádnou vnější ani vnitřní kostru. Tvar těla udržují pevná pojivová vlákna, která prorůstají do rosolovité hmoty. Pohybují se tak, že nasají do zvonovitého těla vodu a smrštěním vodu vytlačí (reaktivní pohon).
Hvězdice z kmene ostnokožců se pohybují pomocí panožek na spodní straně ramene, přisávají se jimi k podkladu.

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.
Prohlédněte si únik chobotnice na:
http://www.mojevideo.sk/video/19558/unik_chobotnice.html

Argonaut patří mezi chobotnice. Článkovitou schránku, která není spojena s pláštěm, má jen samička. Sameček je o mnoho menší. Rameno samečka, které obsahuje spermie (hektokotylové rameno), se při páření oddělí a může se samostatně pohybovat v moři.

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/



Loděnka hlubinná je jeden z mála hlavonožců, kteří mají pravou schránku. Schránka je rozdělena na menší komůrky. Jen jedna z nich, ta nejmladší a největší, je obydlená. Ostatní slouží jako tlakové komory vyplněné tekutinou a plynem. Jsou spojené trubicí a umožňují loděnce stoupat a klesat mezi dnem a hladinou. Zajímavé je, že loděnka se pohybuje schránkou napřed.

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. V noci dokáže přelétnout do jiné, často i vzdálené vodní nádrže. Při vzletu vylézá na vyvýšená místa a vyprazdňuje zásobníky vody s trusem, nacházející se u konečníku, aby byl lehčí. Přistává do vody, kde si zásobníky opět naplní, aby byl těžší a mohl se potopit.

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



Humr evropský se pohybuje po mořském dnu. Jeho klepeta jsou široká, zploštělá a silná. Široká ocasní ploutvička umožňuje humrovi i ostatním rakům pohyb pozpátku – rychlým pohybem ploutvičky uniká před predátory.

Krab houslista žije v přílivové zóně, kde si vyhrabává noru. Samec má jedno přední klepeto červeně zbarvené a mnohem delší než druhé. Mezi přílivem a odlivem má přesný časový rozvrh: při odlivu vyleze z nory a začne se živit. Ve snaze upoutat samičku pohybuje velkým klepetem nahoru a dolů. Podle tohoto pohybu dostal název houslista. Po páření se krab houslista nasytí a začne si vyhrabávat novou noru nebo použije starou a zaleze do ní. Vchod utěsní hrudkou bláta. Takto ukrytý přečká příliv.

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.

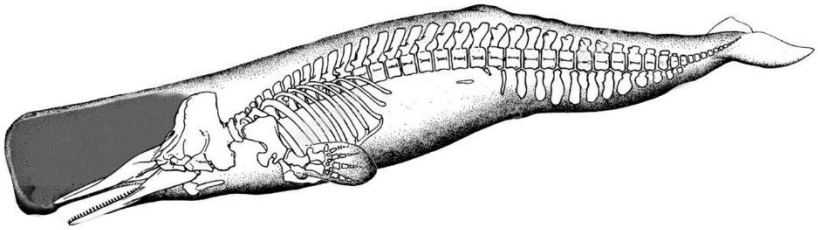
4.2 Pohyb ve vodě – obratlovci

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 kostry vodních savců. Párové ploutve

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 – paryby

Žraloci nemají skřele, a proto musí většina druhů zajistit neustálým pohybem, aby voda proudila přes žábry a tím došlo k okysličení krve.

Rejnokům srůstají párové ploutve a tvoří kolem těla lem, jehož vlněním se rejnok pohybuje. Špičatý okraj prsních ploutví vytváří „křídla“. Největší z rejnoků je **manta,** která dokáže vyskakovat vysoko z vody na vzdálenost i několika metrů.

4.2.2 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. Oválný průřez mají většinou rychlí plavci, např. parma, pstruh, štika. Ze stran zploštělý průřez těla mají všežravé a býložravé ryby, žijící v klidných vodách, např. v cejnovém pásmu (kapr, karas a cejn).

Zopakuj si typy a tvary rybích ploutví v učebnicích přírodopisu.

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.

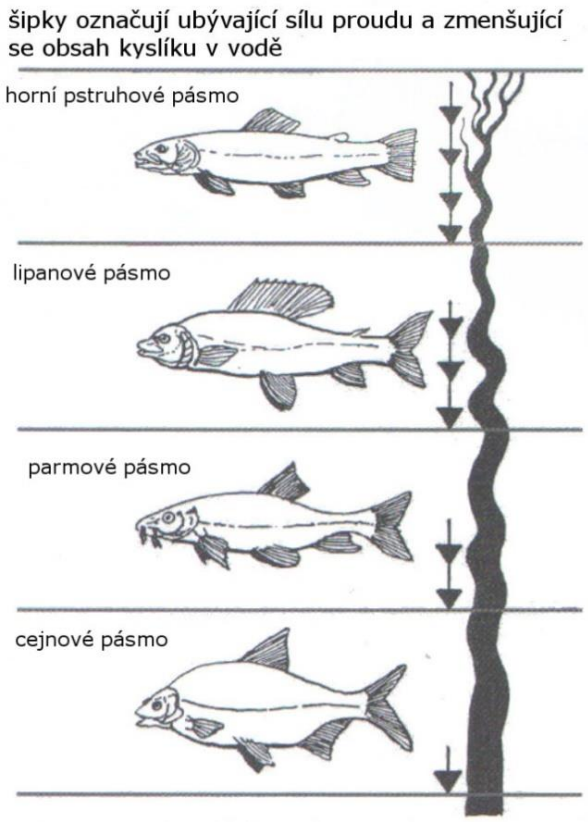
Pstruhové pásmo: pstruh obecný, vranka obecná, siven americký, mřenka mramorovaná, střevle potoční

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

Plynový měchýř pomáhá rybám při stoupání a klesání registrovat tlak vody a tím kontrolovat hloubku, ve které se pohybují. Nejdůležitější je jeho funkce **hydrostatická**. Změnou objemu plynového měchýře ryba ovlivňuje hustotu těla a přizpůsobuje se tak rozdílnému tlaku při proplouvání různými hloubkami. Plynový měchýř je buď jednokomorový, nebo dvoukomorový. Dvoukomorový plynový měchýř umožňuje rybám zaujímat i šikmou polohu těla bez vynaložení většího množství energie (např. kapr). Jednokomorový velký měchýř má okoun. Ryby, žijící ve velkých hloubkách většinou plynový měchýř nemají (ďas mořský). Z našich ryb chybí plynový měchýř např. **vrance.** Plynový měchýř nemají paryby, jeho funkci částečně zastávají tučná játra, pokud živočich přestane plavat, klesá ke dnu.

Postranní čára je smyslový orgán. Je umístěna podélně na obou bocích ryby. Zaznamenává změny tlaku, směr proudění vody, pohyb dalších okolních ryb a překážky.

Zvláštními adaptacemi je mezi rybami známý např. **mořský koník**, který plave ve vzpřímené poloze pomocí kmitání hřbetní ploutve. **Platýs,** žijící u mořského dna, má z boku zploštělé tělo a oči na jedné straně.

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. Za potravou se dokáže vyšplhat i na strom. 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

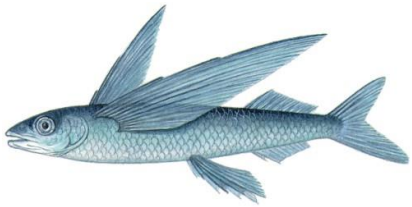
http://www.naturfoto.cz/lezec-fotografie-3208.html



Další zajímavé údaje jsou na internetu

http://www.sokujiciplaneta.cz/priroda/sub-ryba-pochodujici-na-sousi-lezec

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. Roztáhne dlouhé prsní a kratší břišní ploutve a plachtí až 12 sekund. Pohybuje se do jednoho metru nad hladinou. Pokud chce let prodloužit, manévr zopakuje a znovu se zvedne do vzduchu. Plachtění používá letoun při úniku před predátory (mečouny, delfíny, tuňáky).



https://leporelo.info/pics/pic/letounoviti.jpg

4.2.3 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. Prohlédni si plavecký styl ropuchy na stránce http://svet--kolem--nas.blog.cz/1001/pohyb-zaby

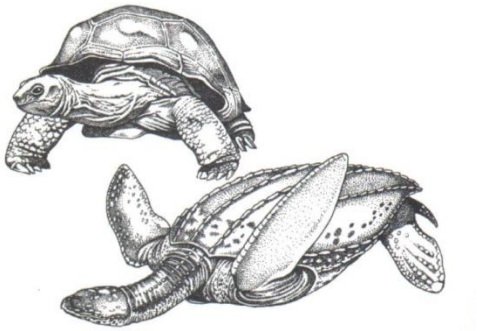
Také ocasatí obojživelníci, např. **mloci** a **čolci**, jsou v období rozmnožování vázáni na vodu. Larvám se vyvíjejí nejprve přední končetiny, potom zadní, ocas nezaniká. Při plavání vlní tělem i ocasem.

4.2.4 Pohyb ve vodě – plazi

Životu ve vodě se přizpůsobili i někteří hadi. Patří mezi ně např. **vlnožilové** a **vodnáři**. Pohybu ve vodě napomáhá ocas, který je ze stran zploštělý do tvaru pádla. Obojživelný způsob života vedou i někteří naši hadi, např. **užovka obojková** a **podplamatá**. Loví nejen na souši, ale i na vodní hladině nebo pod vodou.

Většina **sladkovodních želv** (např. **želva bahenní** nebo **želva nádherná)** se částečně pohybuje na souši i ve vodním prostředí, a proto mají na končetinách plovací blány a dlouhé drápy. Těmi se v případě potřeby mohou zachytit na plovoucích kládách, na kterých se rády sluní. Velké sladkovodní želvy (např. **kajmanka supí**) příliš neplavou, spíše chodí po dně řek a jezer. **Mořské želvy** se pohybují téměř výhradně ve vodě, a proto mají jejich končetiny tvar ploutví a krunýř je hydrodynamický. Na souši se pohybují namáhavě, odstrkují se vpřed pomocí předních nohou, na které se však nezvednou. Mezi mořské želvy patří např. **kareta pravá** nebo **kožatka velká.**

Suchozemské želvy mají mohutné, sloupovité končetiny, zakončené silnými drápy.



Želva sloní (nahoře) **a**
kožatka velká (dole)

Gaisler, J.: Zoologie obratlovců. Academia, Praha 1983

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** (žije pouze na souostroví Galapágy) hledá jako jediný ještěr potravu v moři. Potápí se za mořskými řasami do hloubek až kolem deseti metrů a vydrží pod hladinou až hodinu. Většina jeho ponorů však netrvá déle než deset minut.

4.2.5 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 (pojem je vysvětlen u adaptací ptáků k letu, kap. 5.2), aby bylo usnadněno potápění, tělo má hydrodynamický tvar. Nohy jsou výrazně posunuty vzad, prsty jsou spojené plovací blánou. Veslovitá křídla mají zploštělý tvar a velmi pevné kosti. Husté peří je krátké a tuhé (připomíná srst), ptáci ho pečlivě promazávají výměškem kostrční žlázy, aby udrželi jeho nesmáčivost.

Někteří tučňáci jsou i mistry klouzání (tučňák uzdičkový, kroužkový a císařský), kloužou se po břiše a odstrkují se křídly. Tento způsob pohybu na souši je energeticky méně náročný a rychlejší než kolébavá chůze. Tučňák císařský vyvine takto rychlost až 4,5 km/h.



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

4.2.6 Pohyb ve vodě – savci

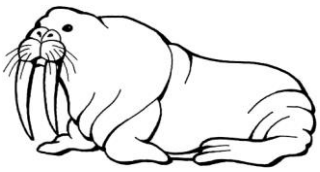
Vodnímu prostředí se druhotně přizpůsobili i **kytovci, ploutvonožci a sirény.** Mají hydrodynamický tvar těla. Tělo izoluje silná vrstva podkožního tuku. Další změny jsou na kostře. Přední končetiny mají ploutvovitý tvar a udržují rovnováhu těla při plavání. Ocasní ploutev kytovců je vodorovná a je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

Mezi sirény (známé i jako ochechule, mořské krávy) patří např. **kapustňáci**. Tito býložraví savci pobřežních vod jsou příbuzní kopytníkům. Ploutvovité přední končetiny udržují rovnováhu, zadní končetiny jsou redukovány na zbytky pánevních kostí, tělo pohání vpřed vodorovná ocasní ploutev.

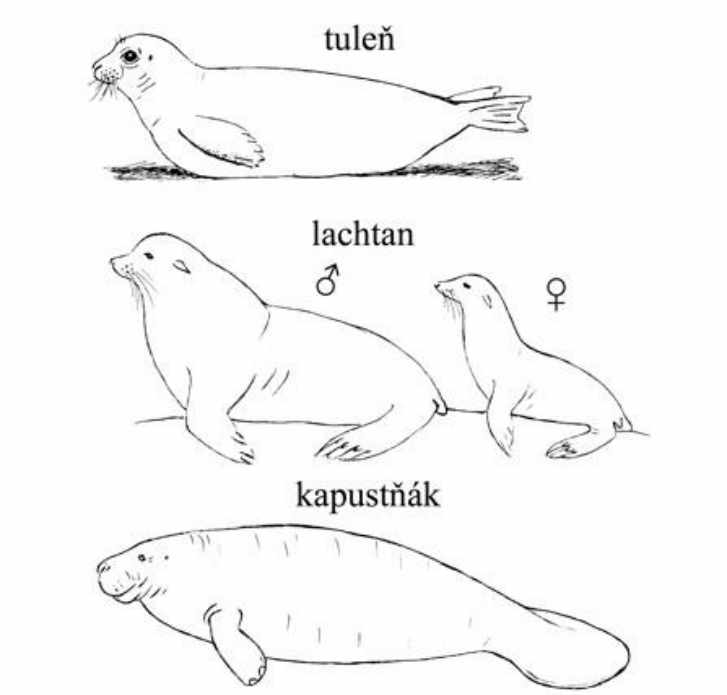
Ploutvonožci (lachtani, mroži, tuleni) jsou šelmy, jejichž končetiny mají tvar ploutví. Obratně loví kořist ve vodě. **Tuleň** se potápí do velkých hloubek, zadní končetiny jsou částečně zarostlé v kůži a slouží mu jako kormidlo. Na souši se pohybuje neohrabanými přísuny, odstrkuje se pouze předními 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.

Kytovci

Delfín skákavý vyskakuje pomocí silných úderů ocasní ploutve vysoko nad hladinu ve vzpřímené poloze. Skoky mohou být dlouhé 10 m a vysoké až 4−5 m.

Vorvaň obrovský se potápí za potravou (krakatice, chobotnice, olihně, …) do velkých hloubek, běžně kolem 400 m. Průměrná délka ponoru se pohybuje kolem 40 minut.

Ondatra pižmová má ocas na průřezu ze stran zploštělý, při plavání ho používá jako kormidlo. Nemá plovací blány, k pohonu využívá tuhé brvy na zadních chodidlech. Když plave, celá vrchní část těla vyčnívá z vody. Přední nohy používá k přidržování potravy. Někdy bývá zaměňována s **nutrií říční**, která je však větší, má výraznější oranžové hlodáky, plovací blány a ocas na průřezu oblý.

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

Ptakopysk je výtečný plavec a většinu času tráví ve vodě. Při plavání má oči pevně zavřené a plně se spoléhá na ostatní smysly. Všechny čtyři nohy ptakopyska jsou opatřeny plovacími blánami. Při hrabání nor a chůzi se blány skládají mezi prsty, aby se nepoškodily a zároveň aby končetina byla pevnější. Při plavání zabírá předními tlapami, ocas a zadní nohy slouží ke kormidlování. Loví ve vodě, úlovek si následně vytahuje na břeh a požírá.

https://leporelo.info/ptakopysk-podivny

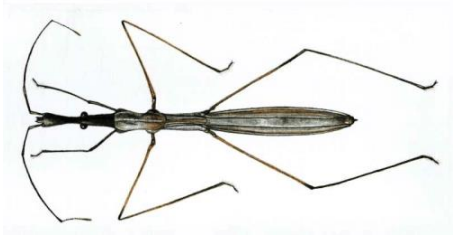


4.3 Pohyb po hladině

Pohyb po hladině umožňuje povrchové napětí vody.

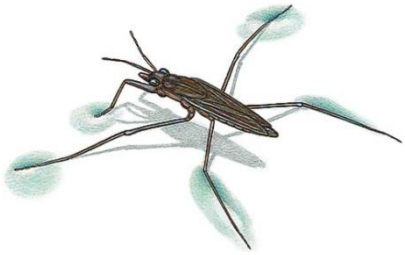
Molekuly vody na sebe navzájem působí. Výsledná síla, která působí na částici u hladiny, směřuje dovnitř kapaliny – tím jsou povrchové molekuly vtahovány dovnitř, zahušťují se na povrchu kapaliny tak, že se chová jako pružná membrána. To umožňuje některým živočichům pohyb po hladině.

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

Další zástupci ploštic dokážou využívat povrchové napětí hladiny z opačné strany – pohybují se břišní stranou nahoru, přichycují se zespodu na vodní hladinu. Příkladem je např. **znakoplavka**. Vpřed ji pohánějí veslovité zadní končetiny, napomáhá i článkovitý tvar těla (plochá břišní část, vyklenutý hřbet). Téměř neviditelnou ji činí tmavé zbarvení břicha a světlá hřbetní část – při pohledu shora splývá s tmavou vodní hladinou a při pohledu zespodu se světlou oblohou.

Klešťanky plavou na rozdíl od znakoplavek hřbetem nahoru. Také ony mají silné veslovité zadní končetiny, které je pohánějí vpřed. Ačkoliv se zdržují převážně u vodní hladiny, při vyrušení rychle veslují do hlubin. Jsou i dobrými letci.

Vodě úspěšně vzdorují i některé druhy **mravenců**. Např. při záplavách vytvářejí ze svých těl plovoucí vory, na nejbezpečnější místo (vnitřek skupiny) umísťují královnu.

Po vodní hladině se dokáže pohybovat i zástupce plazů – **bazilišek**. Pokud je ohrožen, rozevře blány na zadních končetinách a ve vzpřímené poloze uběhne po hladině až 10-20 metrů. Čím větší druh baziliška, tím kratší vzdálenost po hladině překoná. K tomu, aby se nepotopil, mu napomáhá i vzduchová bublina pod plovacími blánami a vysoká rychlost pohybu (až 1,5 m/s).

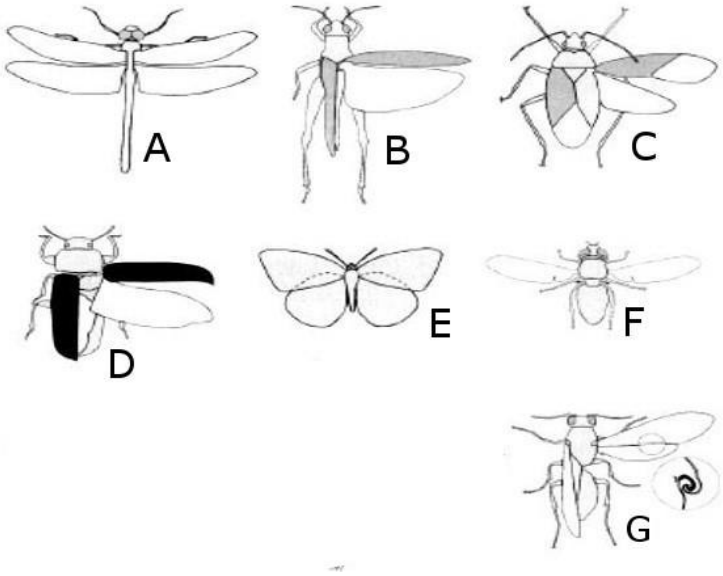
5 Vládci vzduchu – letci

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. Vyvinulo se jako vychlípenina chitinové kutikuly, tedy vnější kostry (exoskeletu) hmyzu, vylučované pokožkou. 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/

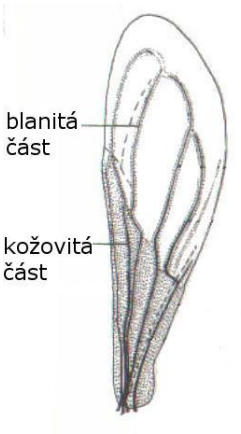
Změny tvaru hrudi způsobuje pravidelná změna zapojení hrudních svalů. Deformace hrudi jsou často provázeny slyšitelným zvukem (*click mechanism**). Křídlo může kmitat vysokou frekvencí, přičemž vydává bzučivý zvuk. Přímé svaly, které pohybují křídlem u vážek, u jiných skupin nezanikají, ale mají jiné funkce – např. skládají v klidu křídla nad tělo (včely, mouchy) nebo umožňují změny náklonu křídla a tím i výborné manévrovací schopnosti. Pestřenky během letu díky nim dokážou stát na místě nebo dokonce couvat.

*Smrž, J.: Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů. Karolinum, Praha 2013

U vývojově původnějších zástupců hmyzu, např. vážek, zajišťují pohyb křídla pohyby svalů, napojených přímo na základy křídel – proto vážka nemůže křídla v klidu složit k tělu.

Zlepšení letových vlastností může být dosaženo také různými způsoby spojení předního a zadního páru křídel v jeden celek (např. zaklesnutím štětinek, lišt nebo háčků, také zavinutím okrajů křídel do sebe). Křídla mohou mít ale i funkci ochrannou (např. krytky, polokrovky a krovky) nebo se změnit v kyvadélka zajišťující stabilitu – u dvoukřídlého hmyzu nebo řasníků.

Krytky – vznikají přeměnou prvního páru křídel např. u švábů, kudlanek, škvorů, saranče a kobylek. Jsou tužší, kožovité.



Polokrovky - první pár křídel, část je kožovitá (korium) a směrem dozadu přechází v blanité křídlo. Druhý pár je celý blanitý, menší než první, v klidu je složený na zadečku. Výjimkou jsou např. znakoplavky, které v klidu drží křídla střechovitě složená. Mezi zástupce ploštic s tímto typem křídel patří např. **ruměnice pospolná** nebo různé druhy **vroubenek**.

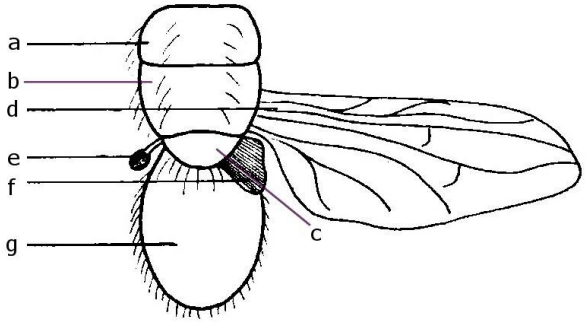
Javorek, V.: Kapesní atlas ploštic a křísů. SPN, Praha 1978

Krovky – první pár křídel brouků, zpevněný chitinem. Kryje část hrudi, zadeček a druhý pár křídel.

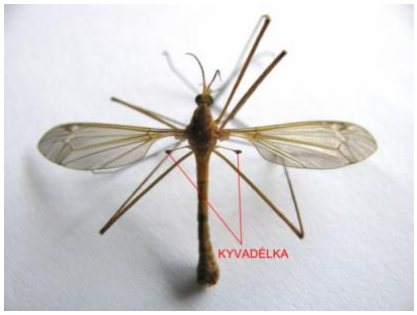
Kyvadélka – redukovaný druhý pár křídel u dvoukřídlých. Mohou být zakryta šupinou.

Kyvadélko mouchy

a) předohruď
b) středohruď
c) zadohruď
d) přední křídlo
e) kyvadélko
f) šupina, kryjící kyvadélko
g) zadeček



Altman, A., Kubíková, M.: Biologický náčrtník/zoologie, Praha 1972, SPN



Kyvadélka tiplice nemají ochranné šupiny.

http://www.enviroexperiment.cz/biologie-stredni-skola/moucha-domaci-aneb-kazdy-ma-svou-mouchu

U **řasníků** z řádu řásnokřídlých se v kyvadélka přeměnnil první pár křídel.



https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%98%C3%A1snok%C5%99%C3%ADdl%C3%AD#/media/File:Caenocholax_fenyesi.jpg

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).

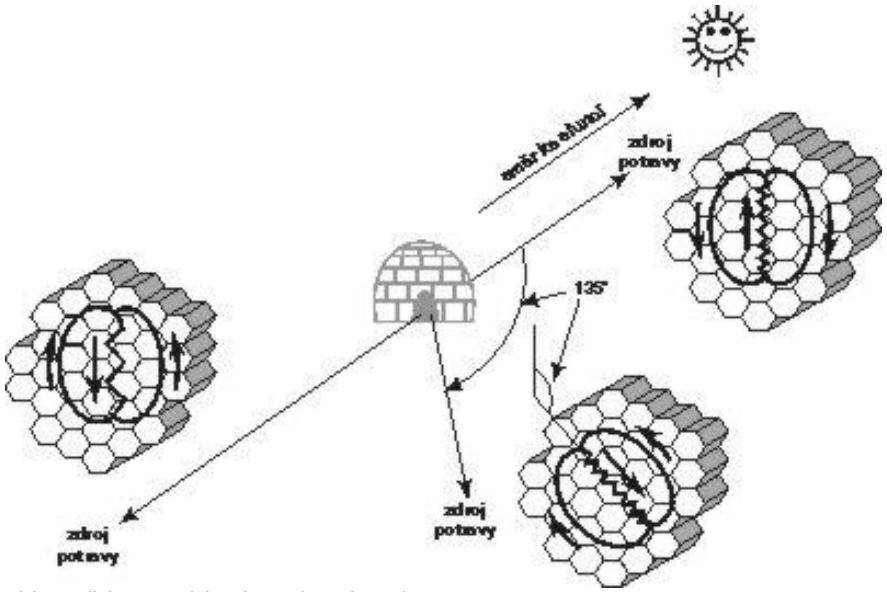
Přední okraje zadních křídel **včely medonosné** jsou opatřeny háčky a na zadním okraji předních křídel je výkrojek, což umožňuje spojení předních a zadních křídel – let je potom pravidelnější. V klidu jsou křídla naplocho složena na hřbetní části hrudi a zadečku.

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.

Kruhový taneček: Včela obíhá kružnici, velkou přibližně jako šest buněk plástu; na místě, kde začala, se obrací a běží zpět. Taneček několikrát opakuje a dává ochutnat ostatním dělnicím ze svého medného váčku. Ty potom létají kolem úlu v soustředných kružnicích a hledají zdroj potravy, na který byly upozorněny.

Natřásavý taneček: Včela se na plástu pohybuje po dráze ve tvaru osmičky, v jejím středu natřásá zadečkem ze strany na stranu (doba natřásání značí vzdálenost úlu od zdroje). Čím déle natřásá, tím je vzdálenost zdroje od úlu větší. Úhel tance udává natočení zdroje vůči slunci.

Natřásavý taneček
včelí dělnice



http://casopis.vesmir.cz/clanek/o-vcelich-taneccich-orientaci-a-robotech

Brouci mají přední pár křídel přeměněn na krovky vyztužené chitinem. U některých druhů mohou srůstat (většina našich střevlíků), u jiných mohou být zkrácené (většina majek). 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.

Mouchy většinou vnímáme jen jako hmyz, který nás obtěžuje a přenáší choroby. Je ale nutno přiznat, že manévrovací schopnosti dvoukřídlého hmyzu (což samozřejmě nejsou jen mouchy, ale i komáři a další zástupci) jsou obdivuhodné. Mají jen jeden pár blanitých křídel, protkaných žilkami, druhý je přeměněn v paličkovitá kyvadélka, která pomáhají stabilizovat let. Bzučení, které za letu vydávají, je způsobeno rychlým kmitáním křídel (až několiksetkrát za vteřinu) a deformacemi hrudi.
Průměrná rychlost letu mouchy je 8 km/hod. Zajímá vás, jak moucha přistává na stropě? Nejprve se zachytí předním párem nohou, které těsně před stropem vysune nad úroveň hlavy. Zbytek těla přistane na stropě vlivem setrvačnosti.

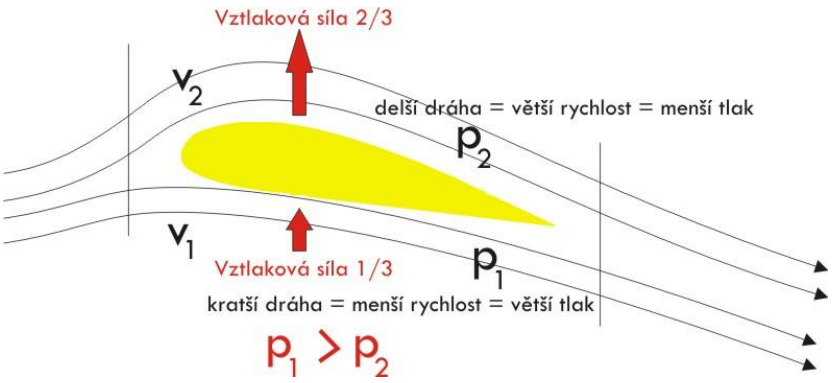
Křídla **motýlů**: Právě vylíhlý dospělec má žilky křídel naplněné tělními tekutinami, později vzduchem. Náplň žilek způsobí, že křídla, zpočátku svěšená a neforemná, se napnou a zpevní. Celá křídla jsou pokryta jemnými šupinkami, které se mohou tvarově odlišovat. Zlepšují obtékání vzduchu kolem křídel při letu, brání provlhnutí křídla, mnohdy zajišťují krycí zbarvení, některé se podílejí i na feromonové komunikaci mezi jedinci. Jsou to vlastně přeměněné chloupky, které najdeme na těle i u jiných zástupců hmyzu. Barevnost je podmíněna buď obsaženými barvivy, nebo fyzikálními optickými jevy.

Šupinka je volně zakotvena krátkou stopkou v jamce křídelní membrány, a proto se s postupujícím věkem šupinky z křídel motýla otírají, což se projeví na jeho „opotřebovanějším“ vzhledu. Výjimečně mají některé druhy křídla šupinkami jen řídce pokrytá (jasoň dymnivkový) nebo mají části křídel bez šupinek (nesytka sršňová).
Přední a zadní křídla motýlů jsou vzájemně spojena několika způsoby, např. u vývojově pokročilejších druhů motýlů, jako jsou babočky, prostřednictvím **brv** (dlouhé brvy zadního křídla jsou zasunuty do útvaru ve tvaru tunelu na předním křídle).
Podívej se na motýlí křídla např. zde: http://www.example.pl/motyle-pod-lupa-32491.htm

Jedněmi z nejlepších letců mezi motýly jsou **lišajové**. Ovládají vířivý způsob letu, využívají ho při sání nektaru z květů. Jsou trochu podobní kolibříkům, ale jedná se pouze o příklad **konvergentního vývoje** – vzájemné vnější podobnosti dvou zcela odlišných živočišných druhů, ke které dochází v případě, že je na oba druhy vyvíjen podobný evoluční tlak. V tomto případě nutnost sát nektar z květů, které jsou přístupné pouze ze vzduchu.
Někteří zástupci hmyzu (**vši, blechy**) mají křídla druhotně redukovaná. Důvodem je parazitický způsob života.

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.



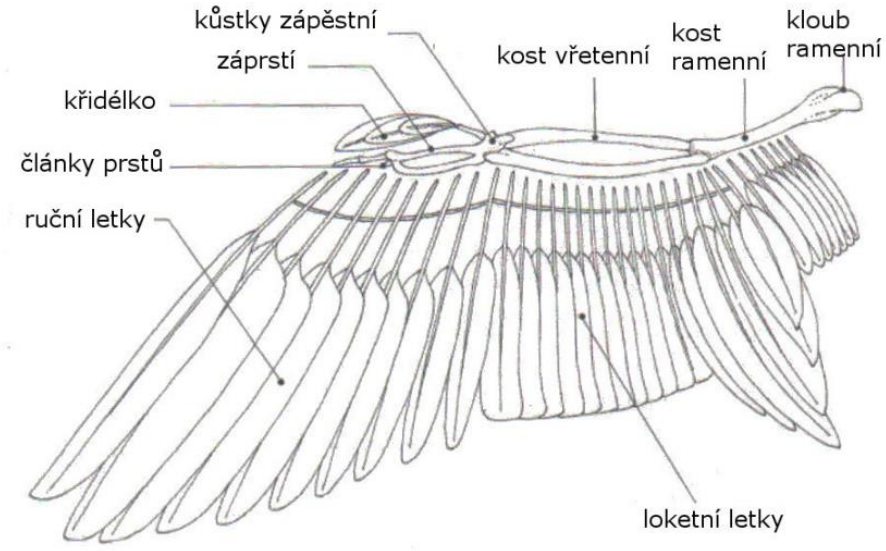
http://www.veda-hrou.cz/cms/46-proc-leti-letadlo.html

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. Pokud jsou při vodorovném letu roztažena, přední části těla se nakloní dolů a nastane klesání. Naopak stoupání zajišťuje sevření rýdovacích per. Natáčení rýdovacích per do stran umožňuje zatáčení letu, sklopení ocasu používají ptáci při přistávání. Na letových schopnostech ptáků se podílí také tvar křídel. Široká, tupě zakončená křídla využívají při letu někteří dravci (jestřáb, krahujec), jiní (sokol) mají křídla úzká, dlouhá a špičatá.

Stavba ptačího křídla

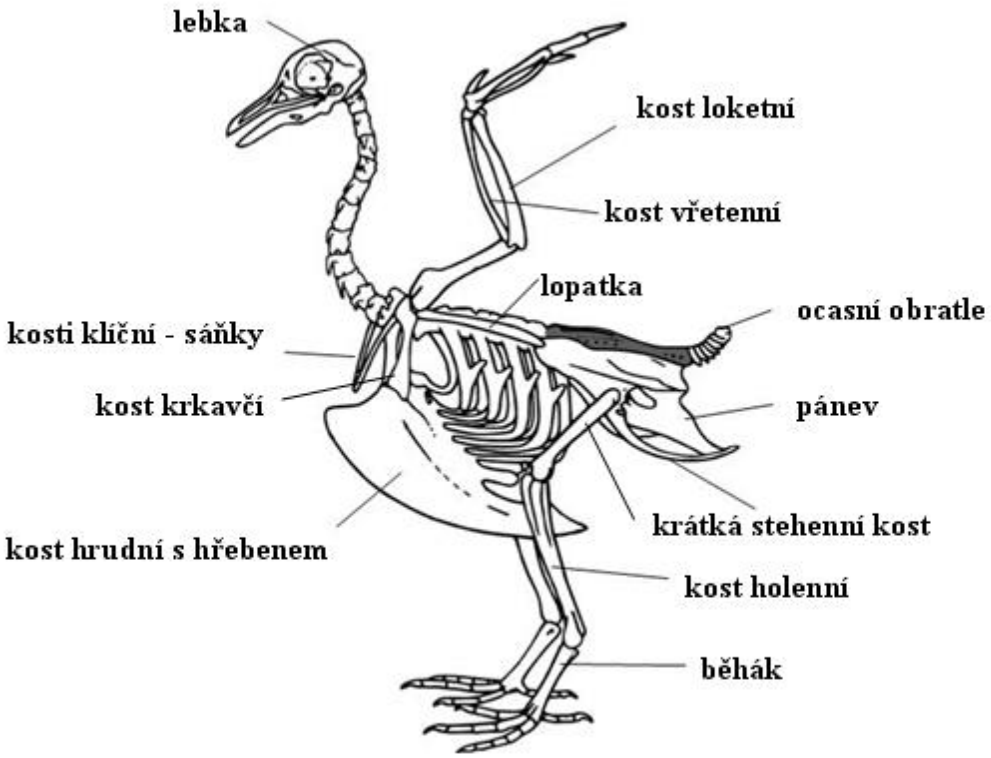


Durrell, G., L.Durrellová: Amatérský přírodovědec. Slovart, Praha 1997

Zopakujte si v učebnicích přírodopisu stavbu ptačího pera, typy ptačích per a pojmy pernice a nažiny.

Značným problémem je pro mnohé ptáky start. Musejí se při něm rozbíhat (kachny, lysky, husy, albatrosi) nebo se odrážejí od podkladu současnými údery nohou (labutě, pelikáni). Některým ptákům postačí jeden prudký odraz (malí ptáci) nebo odraz z vyvýšeného místa a následný pád do vzduchu (někteří dravci, rorýs).

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 (jsou duté, jen u hlavic vyplněné kostními trámečky, což zvyšuje pevnost). Pevnost kostry je zvýšena také srůstem některých kostí, např. v oblasti hrudníku (srůstem klíčních kostí vzniká u většiny ptáků vidlice – sáňky) a v křížové oblasti.



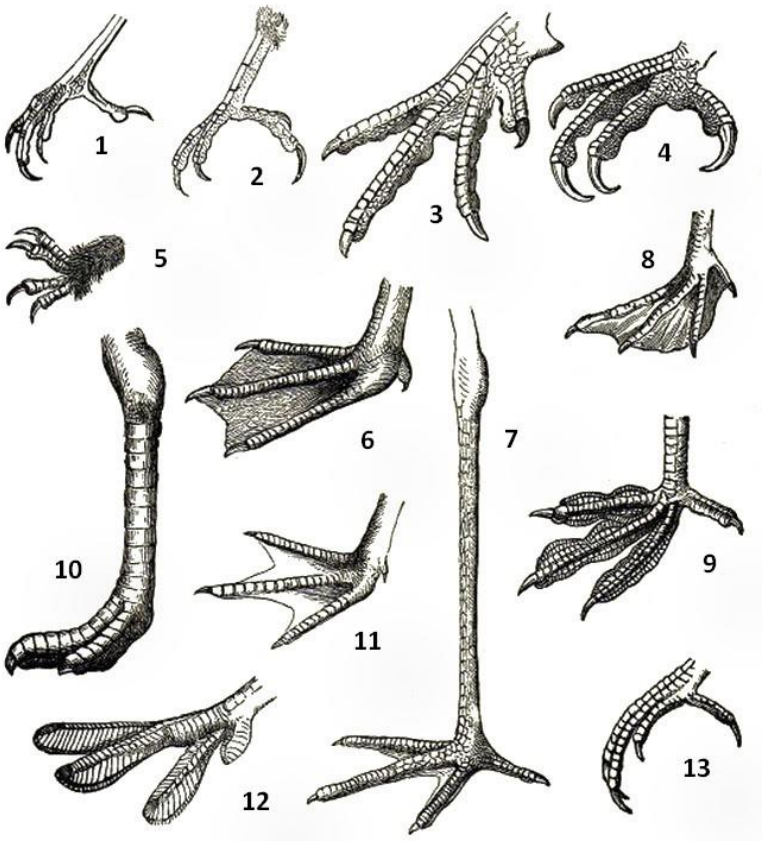
http://vyuka.zsjarose.cz/data/swic/lessons/1904.jpg

Kostra ptáků je adaptována jak na let, tak na chůzi po dvou končetinách (bipední chůzi). Pro let jsou nezbytné mohutné **prsní** svaly – tvoří až 15 % hmotnosti těla, u vynikajících letců mohou tvořit až 35 % hmotnosti těla. 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. Silná kost krkavčí pevně spojuje lopatkové pásmo s kostí hrudní. Lopatka má šavlovitý tvar.

Zvláštním uzpůsobením nohy ptáků je **běhák**, který vznikl srůstem posledních zánártních a všech nártních kůstek. Je pokryt rohovitými štítky nebo peřím, které ho chrání před nepříznivými vlivy okolí.

Utváření nohou je velmi rozmanité, přičemž všichni ptáci mají nanejvýš čtyři prsty. Nejčastějším typem je uspořádání, kdy tři prsty směřují vpřed, jeden vzad. Pro šplhavce a papoušky je výhodné, aby dva prsty směřovaly vpřed a dva vzad. Speciálním typem této nohy disponují např. kukačky a sovy, které mají **vratiprst** (4. prst se může obracet podle potřeby vpřed nebo vzad). Závěsnou nohu se čtyřmi prsty směřujícími vpřed mají např. rorýsi, částečně srostlé prsty má např. ledňáček. Další adaptace nohou reagují na konkrétní ekologické podmínky, ve kterých daný druh žij, a na způsob získávání potravy – např. dravci mají nohy uzpůsobené k ulovení živé kořisti, kachny mají plovací blány atd. Svalstvo nohou je dobře vyvinuté (hlavně u běžců, plavajících a potápivých ptáků). Na běháku svalovina není, vedou tudy pouze šlachy k prstům. Někteří ptáci mají nohy upravené tak, že po dosednutí na větev se vlivem hmotnosti těla automaticky sevřou prsty a pták se udrží na větvi i při silném větru nebo při spánku. Pokud chce vzlétnout, musí se vztyčit a natáhnout nohy, aby se zádržný systém uvolnil. Kosterní svalovina ptáků se vyznačuje rychlými stahy (až 70x za sekundu – např. kolibříci).

Přizpůsobení ptačích nohou podle způsobu života

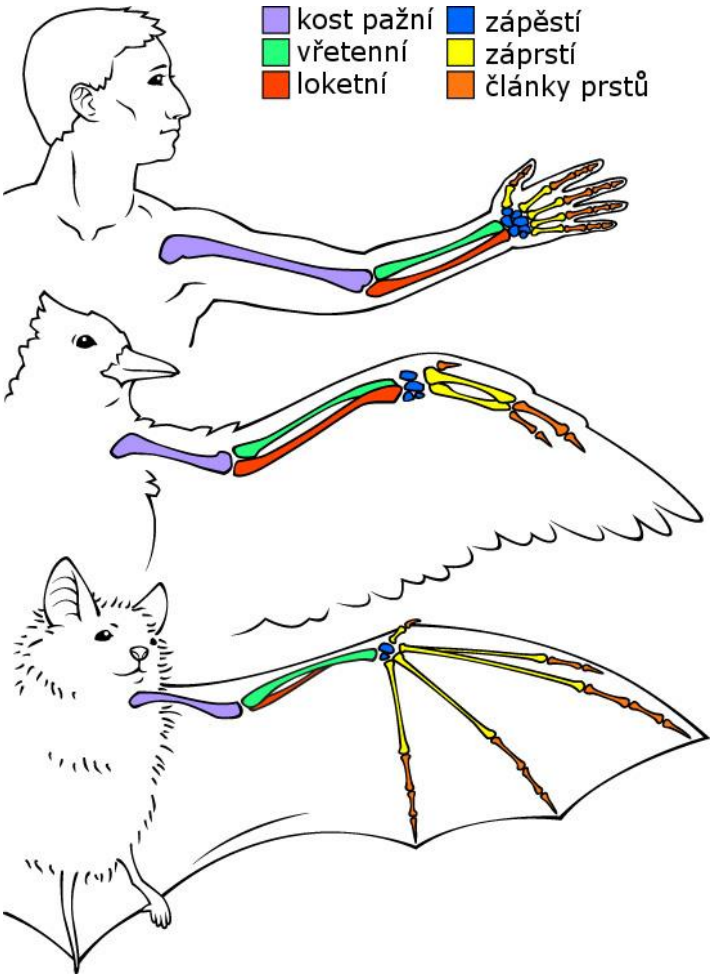


1. Pohyb po zemi (drozd)
2. Šplhání (datel)
3. Hrabání (bažant)
4. Lov kořisti (sokol)
5. Zavěšování (rorýs)
6. Plavání (morčák)
7. Chůze v podmáčeném terénu (čáp)
8. Veslování (kormorán)
9. Plavání (lyska)
10. Běh (pštros)
11. Brodění (tenkozobec)
12. Plavání (potápka)
13. Sevření větve (ledňáček)

http://ptaci.czweb.org/1-nohy.php

5.3 Savci

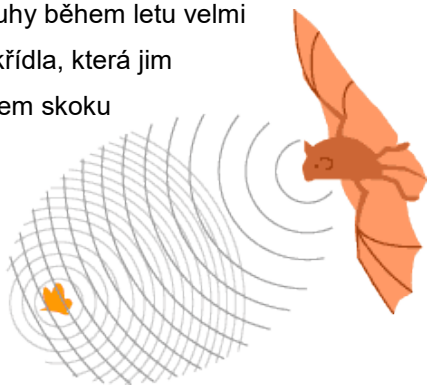
Letouni jsou savci, kteří se druhotně přizpůsobili životu ve vzduchu. Kostra předních končetin je svým složením totožná s kostrou končetin ostatních obratlovců, poměry jednotlivých kostí se však liší. Létací blána je napjata mezi přední končetiny s výrazně prodlouženým záprstím a prsty (kromě palce), 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. Při letu, a to ve chvíli, kdy křídla zvedají, přitahují je současně k tělu. Tím se jejich let stává energeticky úsporným.



https://askabiologist.asu.edu/human-bird-and-bat-bone-comparison

Pomocí pohybu prstů dokážou letouni měnit plochu létací blány, různě ji tvarovat, naklápět či zalamovat. Létací blánu využívají i při lovu hmyzu – nasměrují ji tak, aby po ní kořist sklouzla co nejblíže k tělu, a potom ji seberou tlamou. Při tomto způsobu lovu často nabírají hmyz i do ocasní létací blány. Menší kořist konzumují přímo za letu. Hmyzožravé druhy během letu velmi prudce mění směr. Druhy živící se nektarem mají zvláště ohebná křídla, která jim umožňují „stát ve vzduchu“. Upíři při startu nejprve povyskočí, během skoku roztáhnou křídla a následně vzlétnou.

Při orientaci v prostoru pomáhá mnoha letounům **echolokace**. Vydávají krátké, vysokofrekvenční zvuky, které se odrážejí od okolí – příjem odražených signálů jim umožňuje lokalizaci kořisti a překážek.



http://ceson.org/echolokace.php

6 Plachtění a klouzavý let

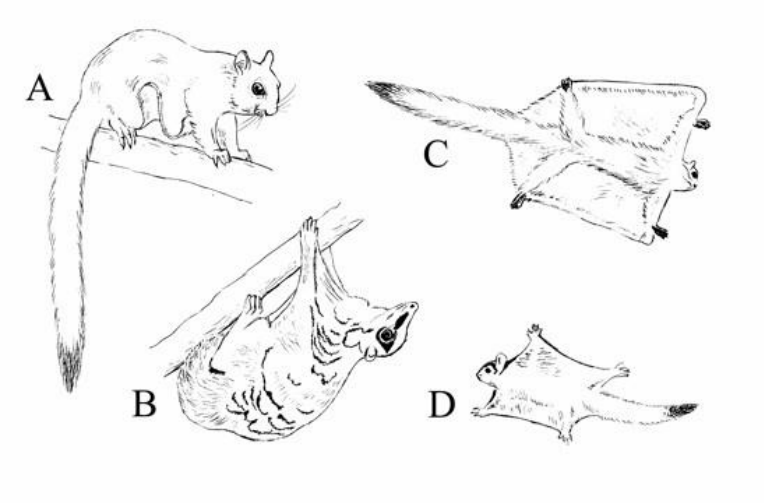
Plachtění a klouzavý neboli padákový let jsou dva způsoby pasivního pohybu ve vzduchu. U různých živočichů se během vývoje vyvinuly odlišné techniky tohoto způsobu letu, ale jedno mají společné: nejvýhodnější je zploštit tělo a současně zvětšit jeho plochu. Savci často používají kožní lemy (např. letuchy, hlodavci, jako jsou poletuchy, nebo vačnatci, jako jsou vakoveverky). Někteří plazi zvětšují plochu těla roztažením žeber n (bojgy) nebo napnutím kožních záhybů a lemů (dráček létavý, gekon létavý). Aby mohli živočichové využít klouzavý let, musí se nacházet v určité výšce, odrazit se a následně využít vztlakové síly, která na ně ve vzduchu působí. Schopnost klouzavého letu se vyvinula u živočichů na různých kontinentech nezávisle na ostatních (konvergentní vývoj). Je pro ně především způsobem, jak efektivně uniknout predátorům nebo jak snáze získat potravu. Klouzavý let využívají i ptáci, kteří ho navíc často kombinují s plachtěním, při němž využívají nosné síly vzdušných proudů.

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. Před doskokem kormidlují ocasem i nakláněním těla a lehce přistanou (doplachtí). Před přistáním na kmen stromu se napřímí a tím začnou brzdit.

Podobní poletuchám, i když nepříbuzní, jsou i příslušníci řádu **letuch**. Jejich kožní lem je obzvlášť dobře vyvinutý a velký. Začíná na krku, pokračuje přes přední a zadní končetiny, u některých sahá až ke špičce ocasu. Pomocí chrupavčitého výběžku, který vybíhá od zápěstí přední končetiny do lemu, mění letuchy směr letu. Jako kormidlo používají huňatý ocas, který slouží i jako brzda při přistávání. Kožní blánu mají i mezi prsty. 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), je však schopna dobře řídit let a vyhýbat se překážkám, a byly dokonce zaznamenány případy, kdy po odrazu přistála na stromě, ze kterého se odrazila.

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

Jiným plazem využívajícím plachtění je noční ještěr **gekon létavý**. Klouže vzduchem za použití kožního lemu kolem těla i na nohou a zploštělém ocasu, v letu mu pomáhají i blány mezi prsty. Přísavné lamely na prstech mu umožňují přistání i na kolmých plochách.



Ještěr **dráček létavý** během letu využívá „křídla“, vzniklá roztažením žeber, spojených kožní blánou.

https://en.wikipedia.org/wiki/Draco_volans#/media/File:Draco_volans_01.JPG

Létavka šíronohá využívá ke klouzavému letu velké blány mezi prsty. Přistává pomocí přilnavých polštářků.

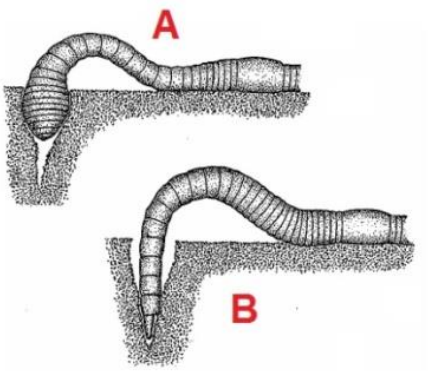


https://leporelo.info/letavka

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. Někteří živočichové zde pobývají pouze přechodně (hledají úkryt před nepříznivými podmínkami nebo potravu), jiní žijí v podzemí trvale. Podle toho, jakou část života pod zemí tráví, se vyvinula míra jejich přizpůsobení. Někteří mají hrabavé končetiny, jiní nemají končetiny vůbec. Při ražení chodeb a pohybu v nich v tomto případě pracuje především důmyslně uspořádaná svalovina (žížala) nebo zesílená, tupě zakončená hlavová část těla (červoři). Pomocí zvětšených hlodáků razí své chodby rypoši.
I živočichové z nepříbuzných skupin se proto vyznačují podobnými znaky, které jim pomáhají pod zemí žít (konvergentní vývoj).

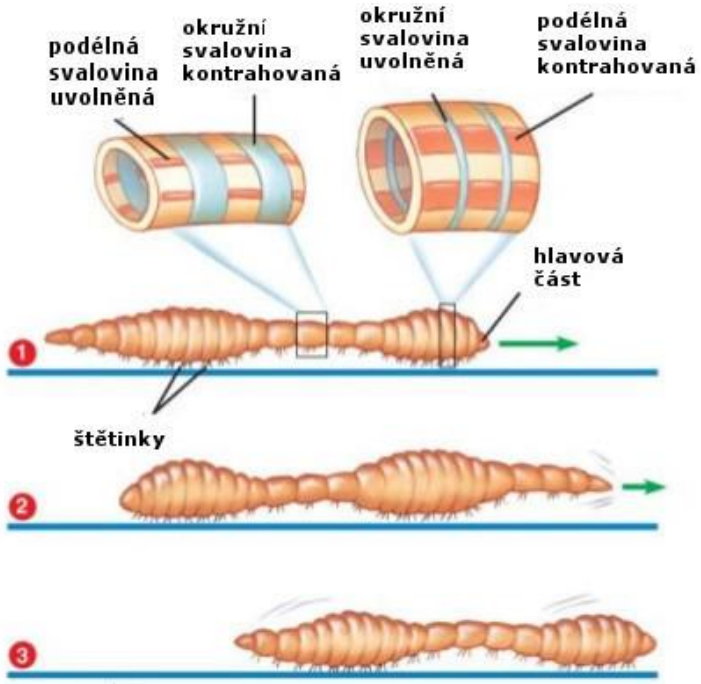
Výbornou schopnost pronikat půdou a trvale v ní žít mají i zástupci kroužkovců – **žížaly**. Razí si chodbičky až do hloubky dvou metrů. Při hledání potravy na povrchu půdy se od své chodbičky nevzdalují, ale zůstávají zadní částí uchyceny v jejím ústí. Jednotlivé články těla mohou stahovat nezávisle na ostatních článcích. Na každém článku vyrůstají po stranách a naspodu čtyři páry štětinek.
Žížala má svalový vak tvořený okružní a podélnou hladkou svalovinou. Natažením okružního svalstva se pohne dopředu přední část těla, stahy projdou celým tělem a umožní pohyb zadní části. 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

Zapojování okružní a podélné svaloviny při pohybu žížaly



https://www.slideshare.net/nirmalajosephine1/biology-form-5-chapter-2-locomotion-support-21-part-1

Souboj žížaly a kosa

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



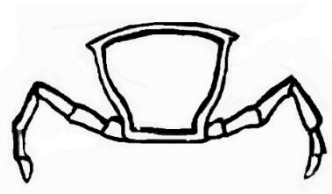
http://zaci.zsnadrazi.cz/makos/

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 (druhy se zploštělou břišní stranou těla) nebo spirály (druhy s kruhovitým průřezem těla).

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. Stonožky se zdržují především v hrabance a svrchních vrstvách půdy.



Příčný řez tělem mnohonožky



Příčný řez tělem stonožky

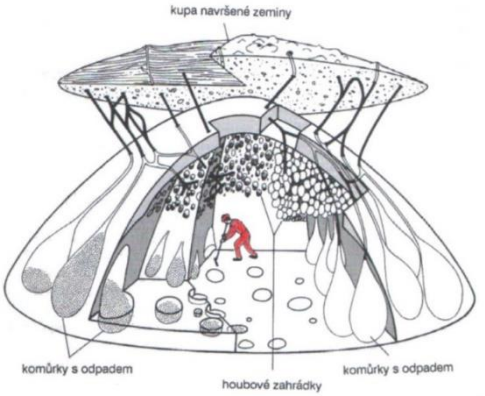
Z velkého počtu bezobratlých živočichů žijících trvale pod zemí upoutá svým vzhledem **krtonožka**. Přední končetiny má přeměněné v mohutné hrabavé nástroje, pomocí kterých hloubí chodbičky. Ostatní končetiny jsou slabší, slouží krtonožce k odrážení. Dokáže se v chodbách pohybovat vpřed i vzad. Podzemí opouští v době páření (květen, červen), kdy po setmění létá. V případě potřeby dokáže i plavat.



Krtonožka obecná

https://cs.wikipedia.org/wiki/Krtono%C5%BEka#/media/File:Mole_cricket02.jpg

Zvláštním způsobem života pod zemí jsou známí mravenci rodu ***Atta*****,** tzv. **střihači**. Hloubí si rozsáhlé prostory, ve kterých budují „houbové zahrádky“. Přinášejí do nich velké množství nastříhaného listí, na kterém pěstují speciální druh houby pro svou obživu. Houby pečlivě ošetřují a stále doplňují pěstební substrát.



Poměrná velikost člověka k velikosti mraveniště mravenců *Atta*

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

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. Když se zahrabou dostatečně hluboko, zahrnou svou skrýš pomocí předních končetin. Vylézají za soumraku a v noci, aby lovily. Obývají biotopy s propustnou písčitou půdou.



http://obojzivelnici.wbs.cz/blatnice-skvrnita.html

Červoři jsou obojživelníci žijící trvale pod zemí, ve vlhku nebo vodě. Svým vzhledem připomínají obří žížalu. Tělo je pokryté slizem, u některých druhů jsou pod kůží drobné vápenité šupinky. Tvrdá lebka napomáhá při ražení chodeb, po stranách čenichu vyrůstá pár smyslových tykadélek.



http://oko.yin.cz/31/cervor-krouzkovany/

Zeměryj je hadům příbuzný plaz, který se v půdě pohybuje lineárním pohybem (nevlní se), v chodbách dokáže i couvat. Silná lebka mu pomáhá v ražení chodbiček. Oči jsou zanořené v kůži.



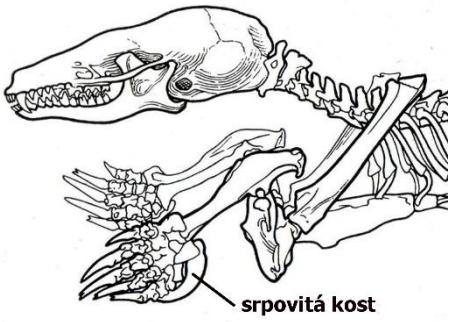
Zeměryj floridský

http://www.dvouplaz.estranky.cz/fotoalbum/zemeryjoviti/zemeryj-flordsky/zemeryj.jpg.-.html

Mezi hady je specialistou na život v půdě **slepák**. Hladké, válcovité tělo dobře proniká půdou, potravu dokáže pod zemí nalézt díky vynikajícímu čichu – vyhledává především sociálně žijící hmyz, např. všekazy.

Své obydlí našel pod zemí i zástupce savců, **krtek obecný**.Tvar předních končetin krtka je uzpůsobený k hloubení chodeb. (Pro zajímavost: krtonožka má přední nohy velmi podobné nohám krtka, i když se jedná o hmyz a končetiny nemají žádnou vnitřní kostru.) 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. Válcovité tělo a hustá, krátká srst je také pro pohyb v tunelech příznivá. Pod zemí se orientuje především pomocí hmatu, očka jsou sice vyvinutá, ale malá. V případě potřeby dokáže krtek i plavat.

Přední část kostry krtka s hrabavými končetinami



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

Krtek hvězdonosý má na čenichu 22 malých výrůstků, které mají hmatovou a patrně i elektrorecepční funkci.
Podobný tvar těla mají díky podobnému způsobu života i někteří hlodavci (např. afričtí rypoši), zlatokrti nebo australští vačnatci vakokrti.

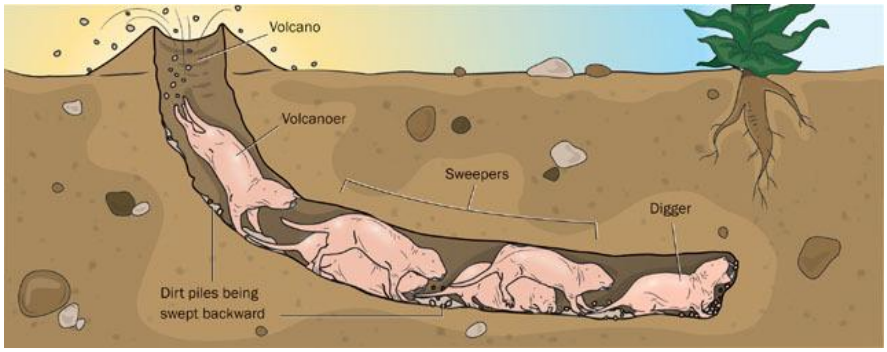
Rypoši se od krtků odlišují především způsobem hloubení tunelů. Končetiny používají pouze k odhrabávání zeminy, chodby razí pomocí výrazně zvětšených hlodavých zubů. Pysky se uzavírají těsně za zuby, aby se zemina nedostala do ústní dutiny. Při práci spolupracují tak, že připomínají dopravní pás: přední rypoš odhrabává zeminu, druhý ji shromažďuje a tlačí ji směrem ven. Podlézá přitom pod dalším rypošem, který se přesunuje dopředu, aby předního vystřídal.



Rypoš lysý

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

Postup rypošů při hloubení nory



http://animaldiversity.org/accounts/Heterocephalus_glaber/pictures/collections/contributors/Grzimek_mammals/Bathyergidae/v12_id161_con_digging/

Zlatokrti mají oči překryté kůží, také oni se orientují pod zemí hlavně pomocí hmatu. Navíc mají schopnost vnímat vibrace půdy. Žijí především v písečných oblastech, v písku se pohybují způsobem připomínajícím plavání. Rohovitá destička na špičce čenichu usnadňuje rozhrnování zeminy. Přední končetiny jsou opatřené silnými drápy na 2. a 3. prstu.



http://www.biolib.cz/cz/image/id139970/

Podobní krtkovi jsou i vačnatci **vakokrti.** Pohybují se v povrchových vrstvách jemného písku podobně jako zlatokrti – jakoby plavali. Dokážou ale budovat i hlubší chodby. Třetí a čtvrtý prst na přední končetině je zvětšený a zakončený velkým trojúhelníkovým drápem.

Vakokrt písečný



http://animalreader.ru/sumchatyiy-krot-opisanie-foto-video.html

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.

Doba odletu se u jednotlivých druhů liší, závisí na vrozených biorytmech a délce světelného dne. Před odletem se ptáci houfují (migrační neklid), většinou v době, kdy je ještě dostatek potravy. Obecně platí, že čím dříve určitý ptačí druh přilétá, tím později odlétá. Mezi prvními, kdo se k nám na jaře vrací, je např. **skřivan a špaček**, k posledním navrátilcům patří např. **žluva a rorýs**. 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. Některé druhy (pěnice, skřivani) táhnou bez ohledu na střídání dne a noci. Směry tahu jednotlivých druhů člověk od nepaměti zkoumá; kromě kroužkování ptáků využívá např. křídelní značky nebo telemetrii (vysílačky). Ptáci se při tahu řídí nejspíše polohou Slunce či hvězd, zemským magnetismem a terénními jevy.

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.

Při tahu většina ptáků udržuje určité seskupení (nejčastěji tvar písmene V; na špici se střídají silní jedinci), které jim umožňuje šetřit energií a lépe využívat aerodynamiky. V méně využívaných chaotických hejnech létají např. špačci, osamělý let je typický pro některé dravce, ale také ťuhýka nebo krutihlava.

Letová výška se u většiny ptáků (cca 2/3) pohybuje mezi 1000 a 3000 metrů. Krkavcovití létají běžně ve výšce kolem 200 metrů, drobní pěvci mohou létat ještě níže. Do velkých výšek (až 8 km) se dostávají labutě zpěvné, ještě výše (až 10 km) supi.

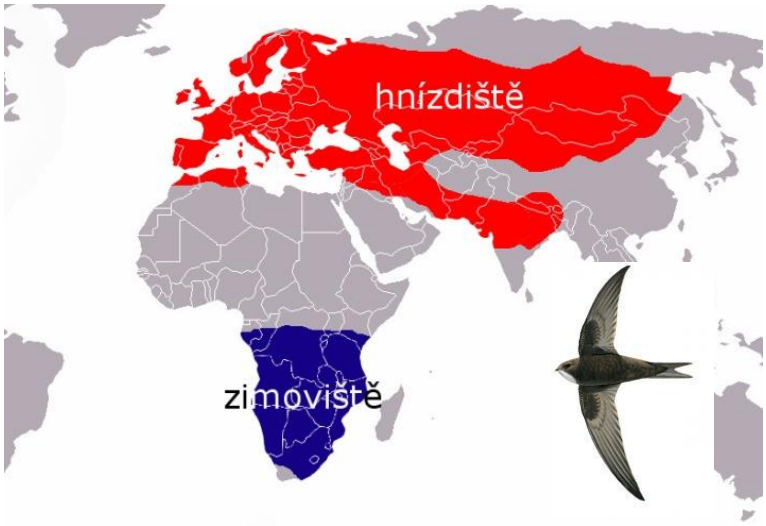
Také rychlost letu při tahu se u jednotlivých ptačích druhů liší (např. vlaštovka a špaček putují rychlostí přibližně 30 km/h, havran 50 km/h, labuť zpěvná přes 70 km/h).

Při přeletech velkých vodních nebo písečných ploch letí ptáci déle bez přestávky. Velcí ptáci využívající plachtění se těmto plochám vyhýbají, protože tu nejsou vhodné stoupavé vzdušné proudy.

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**.

Rorýs obecný

hnízdiště (červeně) a zimoviště (modře)

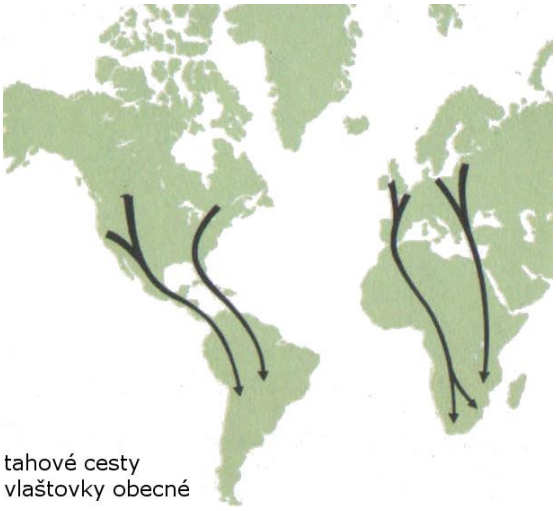


https://cs.wikipedia.org/wiki/Ror%C3%BDs_obecn%C3%BD#/media/File:Mauersegler_map.png

Rorýs se většinu života zdržuje ve vzduchu. Dokáže to díky mohutnému prsnímu svalstvu, srpovitě dozadu ohnutým křídlům s dlouhými ručními letkami a vidlicovitému ocasu. Rozpětí křídel má až 40 cm při hmotnosti asi 50 g. Za letu loví hmyz, pije, páří se i spí. Rizikem při tahu je pro něj (stejně jako pro ostatní hmyzožravé ptáky) především nedostatek potravy. Přilétá na začátku května, začátkem srpna se již chystá k odletu.

Vlaštovka obecná



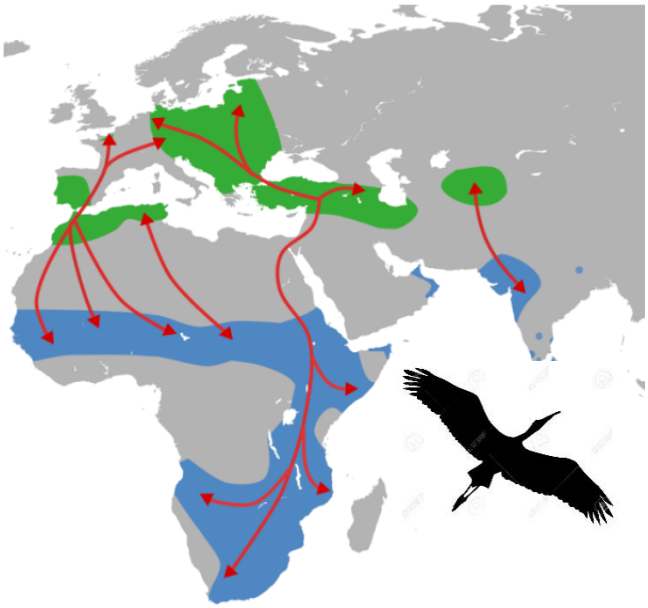


Thompson, J. C.: Migrace zvířat. Praha, Albatros 1988

Vlaštovky létají ve dne, ve velkých hejnech. Cestou se živí vzdušným planktonem (drobní živočichové unášení vzdušnými proudy do výšek až několik tisíc metrů). Pokud nepříznivé klimatické podmínky zahubí nebo rozptýlí hmyz, velké množství vlaštovek hyne.

Čáp bílý

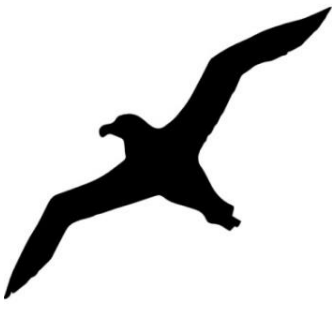
Evropští čápi oblétávají Středozemní moře přes Gibraltar nebo přes Suez. Táhnou ve dne, aby mohli při plachtění na širokých křídlech využívat teplé vzdušné proudy tvořící se nad pevninou. Přelétávají v neuspořádaných hejnech.



https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8C%C3%A1p_b%C3%ADl%C3%BD#/media/File:WhiteStorkMap.svg

Naši tažní ptáci odlétají za teplem na jih, ale během zimního období se u nás objevují zimní hosté – ptáci, kteří hnízdí severněji a k nám přilétají zimovat. Jedná se např. o **brkoslava severního** nebo **drozda kvíčalu**. Objevují se nepravidelně a v různém množství, jejich výskyt závisí na podmínkách, které měli v době hnízdění, a množství potravy u nás. Ačkoliv jsou během hnízdění převážně hmyzožraví, u nás se živí hlavně jeřabinami, šípky, zbylými jablky, bobulemi ochmetu a jmelí i dalšími plody. Podobně se u nás objevují i **havrani** z východní a severovýchodní Evropy, kdežto naši se přesouvají směrem do Středomoří.
Doby příletů a odletů našich stěhovavých ptáků si můžeš prohlédnout na stránkách http://www.nasiptaci.info/?page_id=3695

Z ptáků, kteří na naše území nezalétají, patří k nejvýkonnějším letcům **albatros stěhovavý**. Tvar jeho křídel je uzpůsobený k dynamickému plachtění, což mu umožňuje provádět tahovou okružní cestu kolem Antarktidy.



Rybák dlouhoocasý hnízdí v Arktidě a v severních částech Evropy a Ameriky. Jakmile dorostou mláďata, odlétá s nimi skoro až do Antarktidy – a pak zas naopak. Každoročně uletí přes 40 000 km, což znamená osm měsíců ve vzduchu. Potravu si obstarává za letu lovem ryb. Žije tak vlastně stále jen ve dne, noc ho nezastihne.

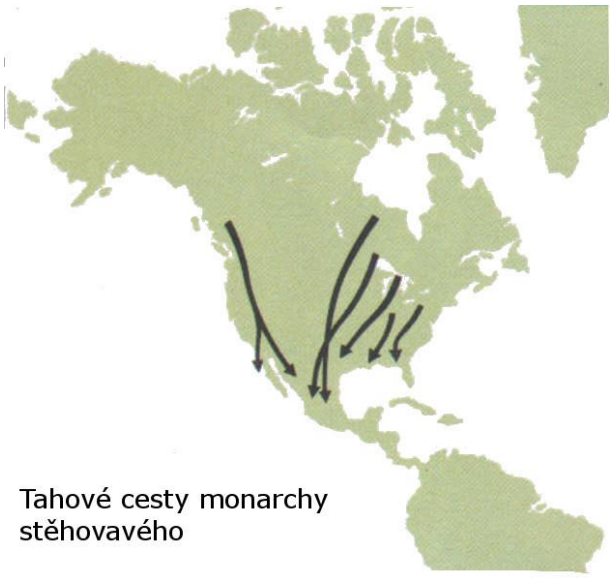
Netopýři nejsou typickými migranty, na zimní ochlazení reagují většinou přesunem do zimních úkrytů, především jeskyní. Velké zimy a nedostatek úkrytů však v některých oblastech způsobují přesuny netopýrů do teplejších zeměpisných šířek. Migrují především netopýři, kteří běžně přebývají na stromech.

Hmyz

Migrace sarančí se rok od roku mění, závisí na množství a četnosti srážek. K migrujícím druhům patří např. **saranče stěhovavá**. Protože se však nevracejí na místo původního výskytu, nejedná se o pravou migraci. Samičky kladou vajíčka do vlhkého písku a než skončí období dešťů, je nová generace dospělá. Pokud mají dospělci přiměřený životní prostor a tím i dostatek potravy, zůstávají na jednom místě. Jestliže však jsou na stanovišti stísnění, stávají se z nich „stádoví tvorové“, začnou podnikat krátké každodenní výlety, které stále prodlužují, až se z nich vyvine migrace. Hejno se pohybuje rychlostí až 130 km za den, většinou je jeho trasa ovlivňována větrem. Hejno může být různě velké – pokud ho tvoří např. dvě miliardy jedinců, potom pokrývá území o rozloze 12 km^2 a hmotnost všech jedinců se pohybuje okolo 4 000 tun. Jestliže saranče denně spotřebuje tolik potravy, co samo váží, spase půl milionu jedinců každý den potravu, která by nasytila 2 500 lidí.

V Evropě se pravidelně na jaře a počátkem léta stěhují miliony motýlů z jižní Evropy na sever. Orientují se hlavně podle polohy Slunce, noční motýli podle polohy Měsíce nebo jasných hvězd. Migrantem mezi motýly je např. **babočka bodláková**. Tento tažný motýl přečkává zimu v severní Africe, kam odlétá v říjnu. Začátkem roku se stěhuje do Středomoří, kde se rozmnožuje. Další generace pokračuje až k nám.

Na daleké lety se vydává i **monarcha stěhovavý**. Pravidelně přelétá mezi jižní Kanadou a středním Mexikem, kde zimuje. Vrací se koncem zimy a začátkem jara. Během zpětného tahu se motýli páří a kladou vajíčka, někteří hynou. Po ukončení vývoje noví dospělci pokračují v tahu do Kanady. Výjimečně někteří dospělí jedinci přežijí i zpětný tah, mohou tak překonat vzdálenost až 4 000 km.



Tahové cesty monarchy stěhovavého

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

K migracím je ideálně přizpůsobeno aerodynamické tělo **lišajů**. Ve spojení s mohutnou svalovinou jim umožňuje zdolat velké vzdálenosti, motýli překonávají i vysoké horské hřebeny. Ze severní Afriky k nám táhnou přes Středozemní moře i Alpy. Jsou schopni vyvinout rychlost až 50 km/h, limitující je pro ně ale (stejně jako pro všechny ostatní motýly) teplota. V chladu prokřehnou a jsou málo pohybliví; ideální pro jejich přelety je sluneční svit.

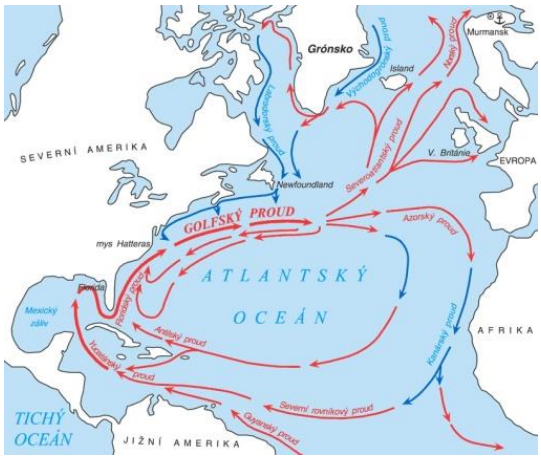
Bělásek zelný vytváří pravidelně dvě generace. Dospělci první generace se přesouvají na kratší vzdálenosti směrem k severu, jedinci z druhé generace migrují jižním směrem. Také pro ně nejsou překážkou vysoké hory.

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. Lososi si pamatují pachovou stopu „svého“ vodního toku, a tak se vracejí do míst, kde se sami vylíhli. Ačkoliv dokážou vyskočit až do výšky tří metrů, vysoké jezy a přehrady jsou pro ně překážkou, kterou nezdolají. Z toho důvodu se v naší republice přestali lososi přirozeně vyskytovat. Pokud se chcete dovědět něco o reintrodukci (zpětném vypouštění) lososů, navštivte stránky http://www.navratlososu.cz/informace-o-projektu

Úhoř říční cestuje opačně (katadromní migrace). Ryby dospívají v řekách a odtud migrují do Atlantského oceánu, kde se v trdlištích v Sargasovém moři vytírají. Larvy ve tvaru vrbového listu jsou neseny Golfským proudem k břehům jihovýchodní Evropy, kde postupně dospívají a pokračují ve své pouti do řek.

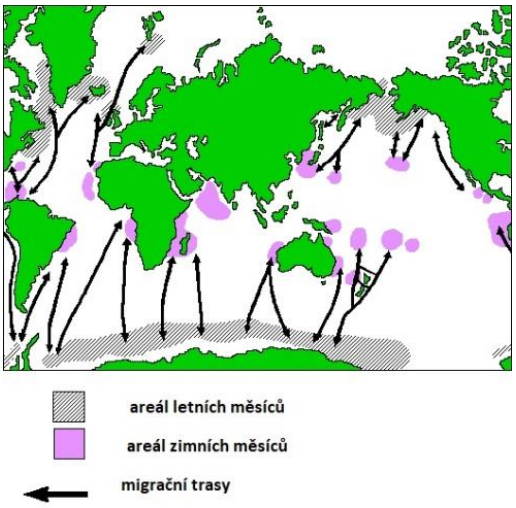


https://leporelo.info/golfsky-proud

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. Více se dovíte na stránkách:

http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/migracni-prostupnost-vodnich-toku/

Jedním ze savců migrujících vodou je **keporkak**. V teplejších měsících setrvává v chladnějších vodách v blízkosti pólů, v tropických zimovištích poblíž rovníku se páří a rodí mláďata. Zajímavé je, že se populace ze severní polokoule nikdy nesetkávají s těmi, které žijí v oblasti Antarktidy. Cesta tam a zpět může být dlouhá i přes 6000 km. Kromě sledování pohybů Slunce a Měsíce pomáhá kytovcům v orientaci i echolokace a vnímání magnetického pole Země.



http://www.keporkakuvraj.euweb.cz/mapy.html

Kareta obrovská se vyskytuje v oblasti tropů a subtropů celého světa. Zdržuje se v místech, kde má dostatek potravy, v období pohlavní dospělosti se vydává na dlouhé plavby k osamoceným ostrůvkům, kde se sama vylíhla. V orientaci jí pomáhá Slunce a výborný čich. Důvodem dlouhých migrací je zajištění bezpečí pro vývoj vajíček.

Např. kareta obrovská atlantská, žijící většinu života u pobřeží Brazílie, se po dosažení pohlavní dospělosti vydává na 4500 km dlouhou cestu na malý ostrůvek Ascensión uprostřed jižního Atlantiku. V noci vyleze na pláž, ploutvemi vyhrabe jámu a do ní naklade vajíčka. Hnízdo zahrabe, uhladí a vydá se nazpět.

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. Vracejí se do vodních nádrží, kde se samy vylíhly. Putují za teplých, vlhkých nocí a v orientaci jim pomáhá nejen obloha, ale také čichové a sluchové vjemy. Protože člověk jejich migrační koridory přepažil množstvím komunikací a jiných, pro obojživelníky neprostupných překážek, stavějí se na některých místech v období rozmnožování umělé migrační koridory. Přesto každoročně zahyne velké množství žab pod koly automobilů.

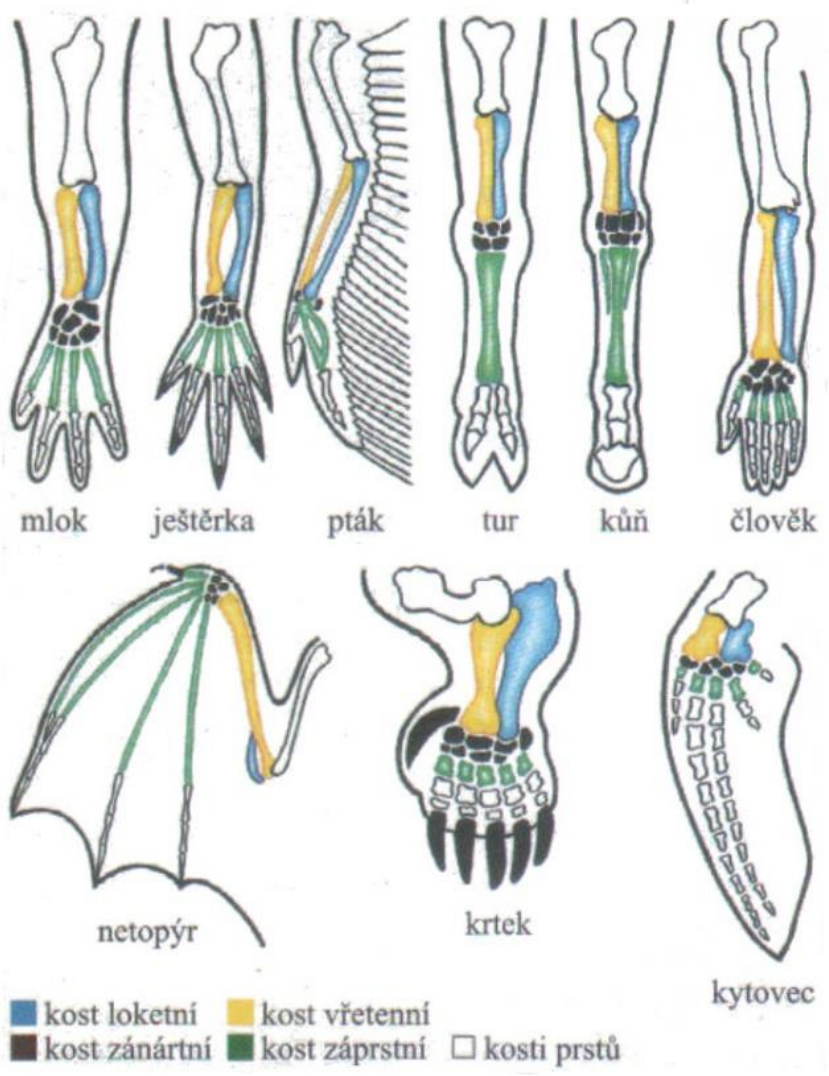
Pro **lumíky** je, stejně jako pro některé další druhy hlodavců, typické občasné přemnožení. Ve snaze najít nový životní prostor a potravu migrují ve velkém počtu všemi směry. Vlastně se nejedná o pravou migraci, ale o takzvanou emigraci, protože lumíci se na místa původního výskytu nevracejí. Ztrácejí v té době přirozenou plachost a připomínají živou řeku. Jsou schopni přeplavat i rozlehlé vodní plochy, například fjordy široké 4 km, v Grónsku dokonce překonají až 80 km zamrzlého oceánu. Často však své putování nepřežijí.

K obrovským migracím za potravou dochází na africkém kontinentu. V období sucha se mezi Národním parkem Serengeti (Tanzanie) a Národním parkem Maasai Mara (Keňa) pravidelně stěhují početná stáda býložravců, hlavně **pakoňů, zeber a gazel**. Po okrajích stád se přiživují šelmy (gepardi, hyeny, lvi). Dalším nebezpečím je pro migranty přechod řeky Mara, kde číhají hladoví krokodýli. Velké množství mláďat, která se cestou narodí, se stane potravou predátorů.

Na severoamerickém kontinentu vykonávají dlouhé cesty stáda **karibu**, poddruhu **soba polárního**. V létě migrují za potravou do arktické tundry, v zimě se vracejí cestou dlouhou 800 km zpátky na jih. Přirozený výběr zajišťují cestou smečky vlků, které slabší jedince uloví.

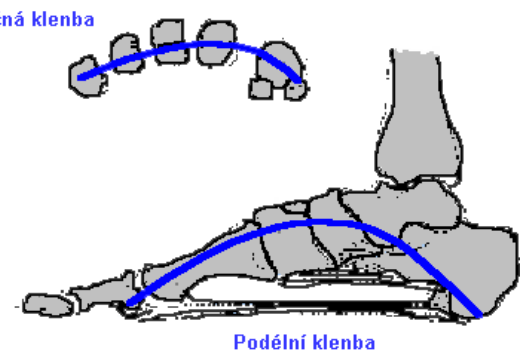
9 Přílohy – adaptace končetin obratlovců

9.1 Přizpůsobení pětiprsté končetiny savců různému prostředí a způsobu života



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

9.2 Člověk – nožní klenba



http://www.levitas.cz/podologicke-vysetreni-nohou/

9.3 Nohy hmyzu

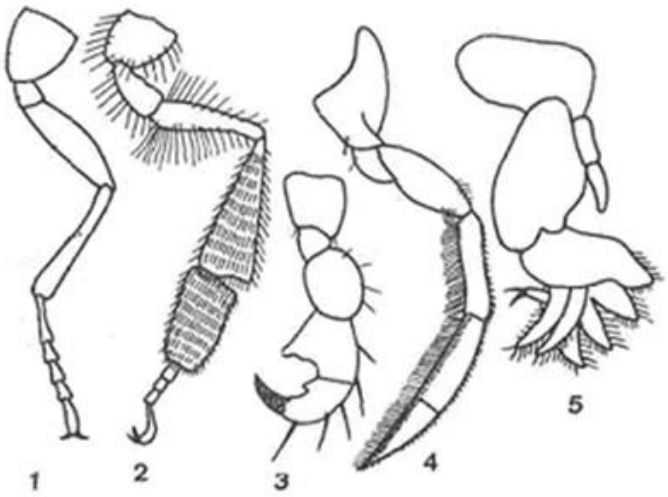
1 – kráčivá (brouk)

2 – sběrací (včela)

3 – záchytná (veš)

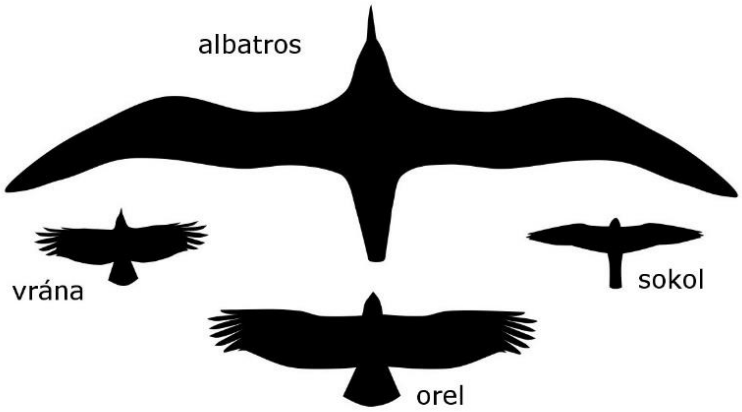
4 – plovací (znakoplavka)

5 – hrabavá (krtonožka)



http://slideplayer.cz/slide/4098351/

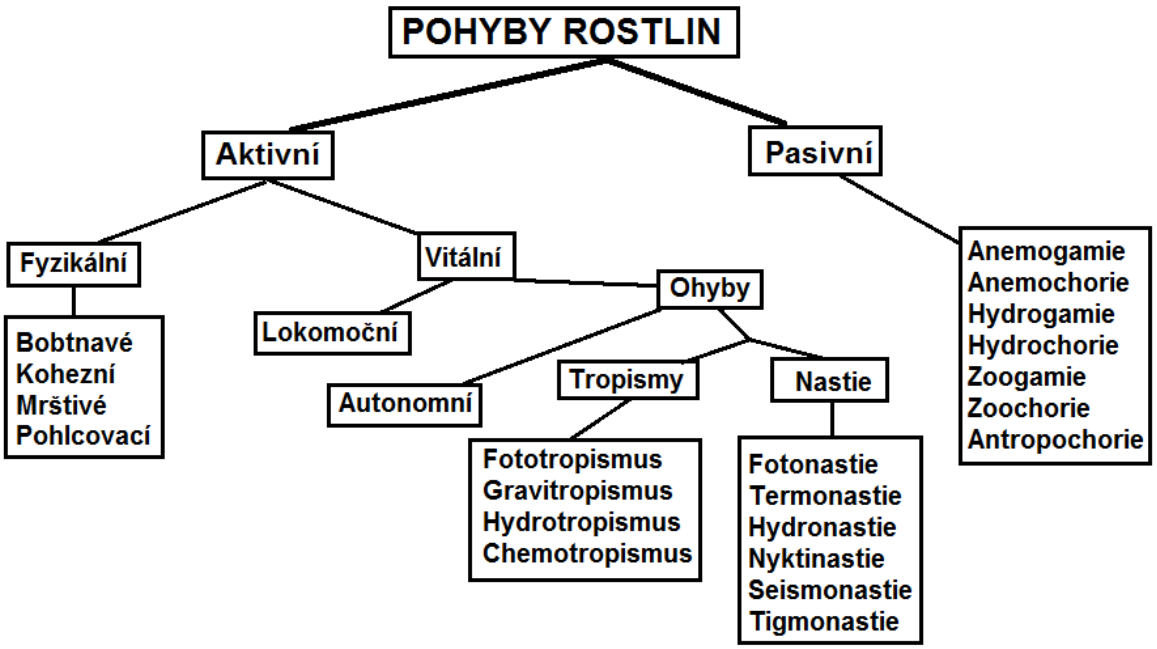
9.4 Siluety letících ptáků



https://cs.wikipedia.org/wiki/K%C5%99%C3%ADdlo_(biologie)#/media/File:FlightSilhouettes.svg

10 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.



10.1 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.

10.1.1 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 **bobovitýc**h, 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. To zvyšuje pravděpodobnost, že se spolu rozšíří samčí i samičí výtrusy, které vyklíčí vedle sebe a oplození bude díky tomu snazší.

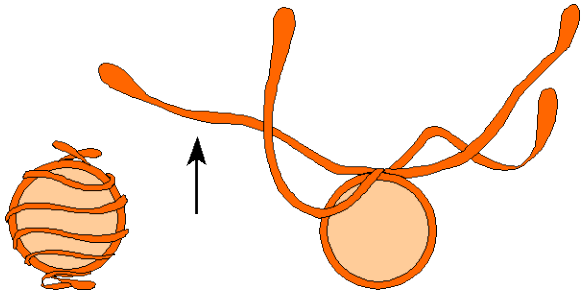
Zajímavá videa zobrazující hygroskopické pohyby můžete vidět na těchto odkazech:
https://www.youtube.com/watch?v=0GaKFcANjng
https://www.youtube.com/watch?v=sMswVQ1XM7g
https://www.youtube.com/watch?v=KUhubDdGRuo
https://www.youtube.com/watch?v=JnrAQ_t8jxY
https://www.youtube.com/watch?v=2c_bAaGWobc
https://www.youtube.com/watch?v=0bzFQYOGNvo
https://www.youtube.com/watch?v=p0BsKjwM4Dw





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





A **B** **C**

Výtrusy přesličky s hapterami

A – výtrus se stočenými hapterami ve vlhkém prostředí

B – výtrus po vyschnutí, šipka označuje hapteru

C – mikroskopický snímek výtrusu s hapterami

http://www.psmicrographs.co.uk/_assets/uploads/horsetail-spores--equisetum-arvense--80200206-l.jpg
http://www.bio.miami.edu/dana/pix/equisetum_elaters.gif

Zajímavý pohyb můžeme pozorovat u obilek stepní trávy **kavylu**. Mají dlouhou osinu (tuhý chlupovitý útvar), která se vlivem sucha šroubovitě stáčí a pomáhá zavrtávat plod do půdy. To slouží i jako ochrana semen před požáry, které jsou ve stepích v obdobích sucha běžné. Dále můžeme tento typ pohybu pozorovat při rozevírání chmýru na nažkách některých hvězdnicovitých rostlin, například **pampelišek**. Vlivem odpařování vody během sucha se chmýr rozprostře, což umožní jeho zachycení větrem, který zajišťuje šíření těchto plodů. Stejně se chovají i plůdky **pumpavy rozpukové**.

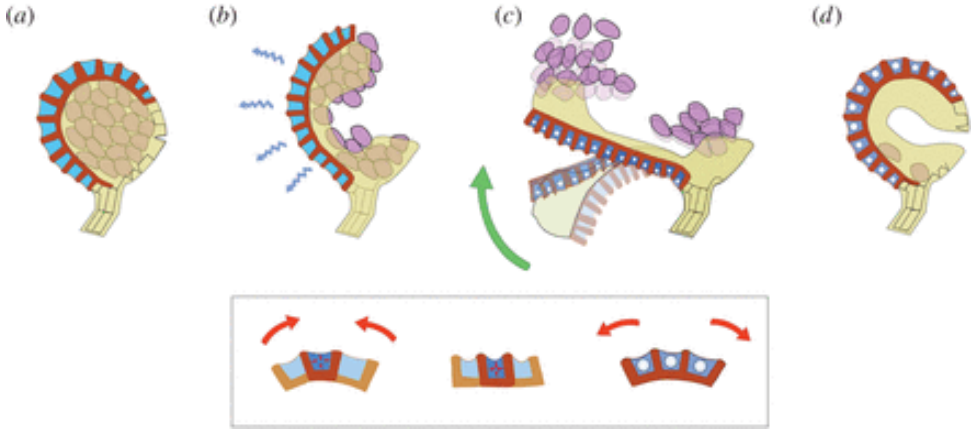


Šroubovité stáčení osin plodů pumpavy

http://idtools.org/id/table_grape/weed-tool/key/GrapeSeedKey/Media/Images/Entity_key_images/Ero_cicC139-09.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. Každá výtrusnice má po obvodu prstenec, který je tvořený buňkami se ztloustlými buněčnými stěnami. Ven směřující buněčná stěna ztloustlá není a během dozrávání (vysychání) výtrusnice se tato stěna přilnavostí vody vchlipuje dovnitř. Vzniká zde napětí, které poté způsobí roztrhnutí výtrusnice (k němu dochází v určitém místě na prstenci). To je spojené s uvolněním výtrusů do okolí. Na podobném principu funguje otevírání prašníků s pylem v květech krytosemenných rostlin. Pouze prstenec je zde nahrazen specializovanými buňkami umístěnými pod pokožkou prašníku. Dále se kohezní síly uplatňují při svinovaní listů některých druhů trav za sucha. Z našich rostlin toho využívají hlavně kostřavy.

Video s otevíráním výtrusnic naleznete na tomto odkazu:
https://www.youtube.com/watch?v=g9qjW_grjxY



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

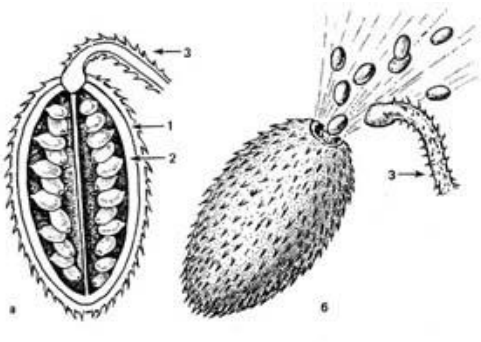
Mrštivý (explozivní) pohyb je vyvolán změnou vnitřního tlaku v buňkách (tzv. turgoru). Zvětšující se napětí v buňkách způsobí náhlé puknutí plodu a vymrštění semen. Samotný pohyb může být spuštěn např. dotykem nebo kapkou deště. Nejznámější rostlinou rostoucí i u nás, která využívá explozivní pohyb k šíření semen, je netýkavka. Zralé tobolky se při dotyku během krátkého okamžiku rozdělí na pět chlopní, které se zkroutí a vymrští semena na vzdálenost až několika metrů. Podobně z našich rostlin, kromě všech tří druhů netýkavek, vystřelují semena ještě různé druhy šťavelů nebo řeřišnice nedůtklivá.



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

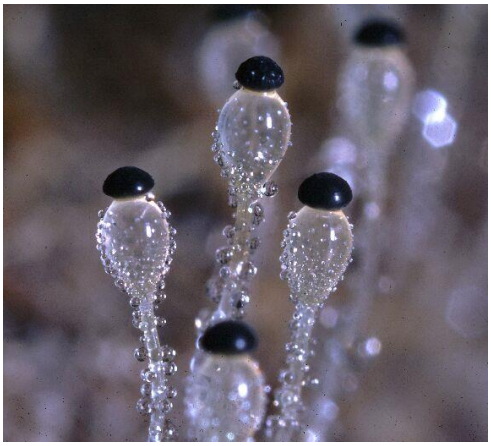
http://www.terrain.net.nz/friends-of-te-henui-group/weeds/himalayan-balsam-impatiens-glandulifera.html
https://missionazul.files.wordpress.com/2014/06/img_7501.jpg

Další známou rostlinou rostoucí v jižní Evropě je **tykvice stříkavá**. Rostlina má okurkovité plody, které se při dotyku odlomí od stopky a vzniklým otvorem vystříknou semena obalená slizovitou dužninou. Semena mohou být vymrštěna více než 10 m daleko.



Plody tykvice stříkavé
https://plantfreak.files.wordpress.com/2012/03/000046.jpg

Podobný způsob rozšiřování diaspor, v tomto případě výtrusnic s výtrusy, můžeme pozorovat i u jednoho nenápadného druhu houby s příznačným jménem **měchomršť** krystalický. Ve vakovitém útvaru pod výtrusnicí se hromadí voda, která při dosažení kritického tlaku odmrští sporangium rychlostí až 600 km/h na vzdálenost až 2 m. Vytváří tak jeden z nejrychlejších pohybů mezi sesilními (přisedlými) organizmy vůbec.



Měchomršť krystalický s tmavými sporangii na vakovitých útvarech
https://alchetron.com/Pilobolus-3957721-W

Zajímavá videa s explozivními pohyby můžete vidět na těchto odkazech:
https://www.youtube.com/watch?v=4WCkHVwRaCs
https://www.youtube.com/watch?v=ZPA-3WC_d7w
https://www.youtube.com/watch?v=cJRHCyEOh7I
https://www.youtube.com/watch?v=1KoKDCwJOJQ

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. V měchýřku jsou specializované chlupy, které umožňují odsávání vody z měchýřku, ve kterém tak vzniká podtlak. Kolem otvoru jsou citlivé štětinky, které po podráždění drobným živočichem způsobí otevření chlopně směrem dovnitř. Živočich nacházející se u otvoru je proudem vody (způsobeným podtlakem) nasát do měchýřku, kde je později stráven.





Lapací past bublinatky (nahoře) se schematickým zobrazením funkce (dole)

https://answersingenesis.org/biology/plants/bladderwortsfastest-trap-west/

Pohlcovací pohyb v pastích bublinatky můžete vidět na těchto videích:
https://www.youtube.com/watch?v=wZcKoTxp5mc
https://www.youtube.com/watch?v=Zb_SLZFsMyQ

10.1.2 Vitální pohyby

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

10.1.2.1 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**). Pohyb spermatozoidu zajišťují bičíky, kterých může být až několik tisíc, a je vázán na vlhké prostředí.

10.1.2.2 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. Ohyby můžeme rozdělit na dvě základní skupiny podle toho, jestli byly vyvolány nějakým vnějším podnětem nebo jestli probíhají samovolně (tzv. autonomní).

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**. Jedná se o reakce na jednostranný zdroj světelného záření, které spočívají v rozdílné rychlosti růstu osvětlené a neosvětlené části rostlinného orgánu. Rozdílná rychlost růstu je příčinou ohybu a je způsobená hromaděním rostlinných hormonů v místech, kde je nutný rychlejší nebo naopak pomalejší růst. Pozitivní fototropismus (rostlina se ohýbá směrem ke zdroji světla) je rozšířen u stonků většiny vyšších rostlin. Naopak negativní fototropismus (směrem od zdroje světla) se vyskytuje u kořenů. Dalším příkladem fototropismu je např. otáčení květenství slunečnice za sluncem v průběhu dne nebo otáčení příliš osvětlených listů směrem od slunce. Velkou roli u fototropismů hraje intenzita světelného zdroje a délka jeho působení.

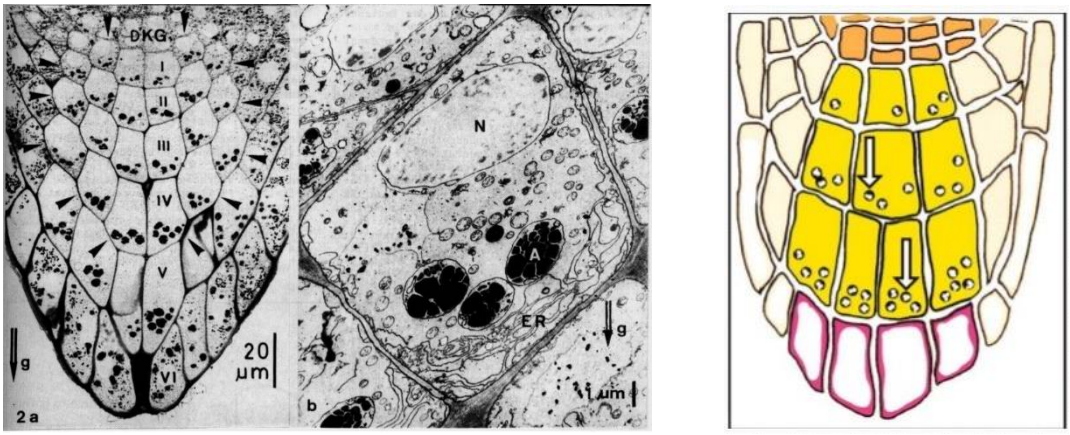
Dalším významným faktorem, ovlivňujícím růst a způsobujícím ohyby rostlin, je zemská gravitace. V tomto případě hovoříme o **gravitropismu** (také geotropismus). Vzhledem ke stále stejné intenzitě gravitace je během růstu rostlin nejdůležitější délka jejího působení. Stonek je negativně gravitropický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

Podstatou gravitropismu je výskyt škrobových zrn ve specializovaných buňkách v kořenové špičce. Tato zrna se přesýpají podle působení gravitace a zajišťují růst kořene hlouběji do půdy.



Stonek rostlin je pozitivně fototropický a negativně gravitropický. Po překlopení květináče začne stonek růst opět vzhůru.

http://www.qsstudy.com/wp-content/uploads/2015/12/a8-5.jpg
http://www.bio.miami.edu/dana/pix/gravitotropism.jpg



Kořenová špička s vyznačenými škrobovými zrny, vpravo schematický nákres

http://eea.spaceflight.esa.int/attachments/spaceshuttle/ID456d531ee43e2.jpg
https://image.slidesharecdn.com/plantsecondarymetabolisminalteredgravity-150102042306-conversion-gate01/95/plant-secondary-metabolism-in-altered-gravity-3-638.jpg?cb=1420194877

U ovíjivých rostlin a rostlin s úponky (např. rostliny z čeledí bobovitých a tykvovitých) se uplatňuje další typ pohybu, tzv. **tigmotropismus**. Jedná se o citlivost na jednostranný dotyk. V místě styku s podkladem se růst zpomalí a naopak z vnější strany zrychlí a rostlina (nebo úponek) se začne ovíjet. Podle směru ovíjení rozlišujeme rostliny levotočivé, které se během růstu při pohledu shora ovíjejí proti směru hodinových ručiček, a rostliny pravotočivé (ovíjejí se po směru hodinových ručiček). Levotočivé rostliny jsou v naší přírodě mnohem běžnější, mezi pravotočivé patří např. chmel otáčivý.

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. V suchém období může hydrotropismus převládnout nad ostatními tropismy působícími na kořen a ten tak může růst i směrem vzhůru.

Mezi další faktory ovlivňující pohyby rostlin patří chemické vlastnosti půdy a působení různých roztoků, tento jev nazýváme **chemotropismem**. Kořeny rostlin se pozitivně chemotropicky pohybují směrem ke zvýšené koncentraci živin a negativně chemotropicky např. vůči příliš zasoleným půdám. Dalším příkladem chemotropismu je růst pylové láčky čnělkou směrem k vajíčku za účelem oplození. Existuje mnoho dalších typů tropismů, které však již nejsou široce rozšířeny a objevují se pouze u některých skupin rostlin. Efekty jednotlivých faktorů se vždy kombinují a stejně tak výsledný pohyb rostliny formuje soubor vzájemně se doplňujících tropismů.

Zajímavá videa s výše popsanými druhy tropismů naleznete na těchto odkazech:
Fototropismus – https://www.youtube.com/watch?v=G4Mo9-JAeok
Fototropismus a gravitropismus – https://www.youtube.com/watch?v=iFCdAgeMGOA
Gravitropismus – https://www.youtube.com/watch?v=oVTLhY5jP6M
Gravitropismus – https://www.youtube.com/watch?v=8MgB3pVhoN4
Ovíjivý pohyb – https://www.youtube.com/watch?v=dTljaIVseTc
Ovíjivý pohyb – https://www.youtube.com/watch?v=1lsHBRfQi5Y

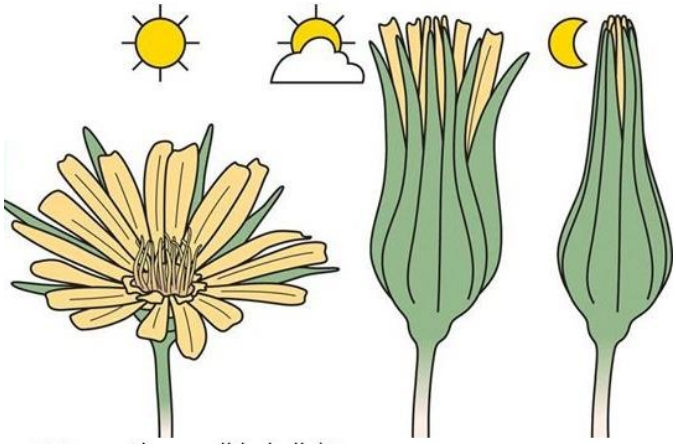
Nastie

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.

Některé květy se mohou otevírat a zavírat vlivem změny teploty, tento jev nazýváme **termonastie**. Ze známých rostlin se termonastie vyskytuje např. u tulipánu, sněženky nebo šafránu, které s ochlazením květy zavírají a po oteplení opět otevírají. Některé rostliny, např. pěnišníky (rododendrony), v chladu sklápějí i listy.





Kozí brada (vlevo) otevírá květenství za slunečného počasí, tedy fotonasticky. Šafrán (vpravo) otevírá květy za vyšších teplot, tedy termonasticky.

http://slideplayer.nl/slide/2136310/8/images/8/Bloemen+openen+enkel+bij+aanwezigheid+van+zonlicht.jpg
http://www.washingtonpost.com/wp-srv/special/metro/urban-jungle/images/crocus.jpg

Zajímavý je mechanismus zavírání pastí u pravděpodobně nejznámější masožravé rostliny mucholapky podivné, která kombinuje fyzikální a nastický pohyb při lapání hmyzu. Její past listového původu je rozdělena na dvě poloviny, které mají po obvodu do sebe zapadající zuby. Při podráždění hmyzem (dotykem) se obě poloviny k sobě rychle přiklopí a hmyz uvězní. Je to umožněno citlivými (senzorickými) chloupky na vnitřní straně lapacích listů (pastí). Ty vyvolají náhlé napumpování vody z mezibuněčných prostor do buněk speciálního pletiva na vnější straně listu, což způsobí uzavření pasti. Otevírání pasti je pomalé a je způsobeno nastickým pohybem vnitřní strany obou lapacích listů.



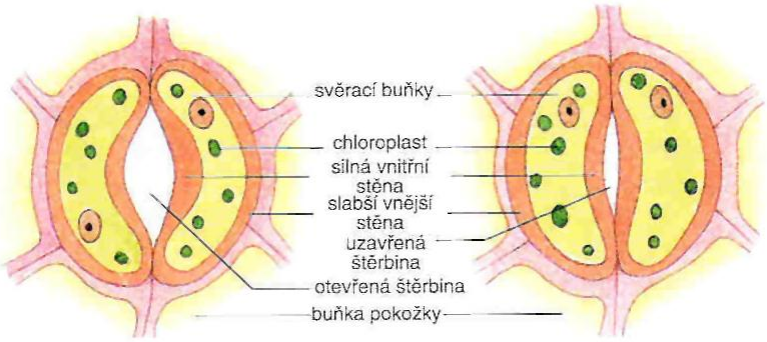


Mucholapka podivná patří mezi nejznámější masožravé rostliny.

http://www.flytrapcare.com/store/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/d/i/dionaea-venus-fly-trap_3.png

https://cdn.thisiswhyimbroke.com/images/adult-venus-fly-trap-plant-640x533.jpg

Dále se hojně mezi rostlinami vyskytují nastie vyvolané změnou tlaku vody v buňkách, tzv. turgoru. Tento pohyb nazýváme **hydronastie**. Nejvýznamnějšími nastickými pohyby tohoto typu je otevírání a zavírání průduchů. Průduchy jsou tvořeny štěrbinou a dvěma svěracími buňkami. Svěrací buňky jsou zároveň fotonastické a hydronastické (ovlivněné množstvím vody). Při dostatku vody se působením světla svěrací buňky natlakují a průduch se otevře. Rostlina tedy může přijímat oxid uhličitý potřebný pro fotosyntézu. Při nedostatku vody tlak ve svěracích buňkách poklesne a průduch se zavře, aby průduchem zbytečně neodcházela další voda.



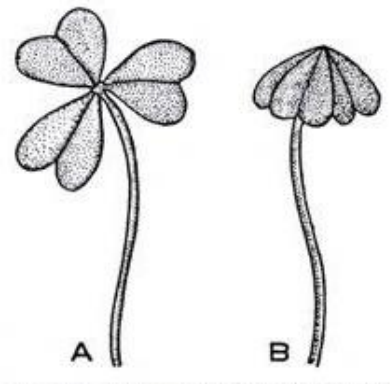


Stavba rostlinných průduchů a fotografie průduchů pod mikroskopem (vpravo).

http://2.bp.blogspot.com/-gYO-UCe4QYE/UTmndRIjtWI/AAAAAAAAAAM/zMlX_GpCcYQ/s1600/img_bot_pletiva2-pruduch.jpg

https://oceanacidificationblog.files.wordpress.com/2014/11/stomata.jpg

Dalším typem pohybu, založeném na změně tlaku v buňkách (turgoru), jsou takzvané spánkové pohyby (**nyktinastie**). Na rozdíl od fotonastie v tomto případě rostliny reagují na zvyšující se intenzitu tmy. Tyto pohyby souvisí se střídáním dne a noci a většinou se jedná o pohyby v místech, kde přisedají listy a lístky (kloubové polštářky). Některé rostliny ohýbají listy nebo lístky na noc směrem vzhůru (jetel a čičorka) a některé směrem dolů (např. šťavel).



Listy šťavelu kyselého ve dne (A) a v noci (B)
http://cdn.biologydiscussion.com/wp-content/uploads/2016/02/clip_image017-24.jpg

Rostliny také mohou reagovat na otřes, tento jev nazýváme **seismonastie**. Rostliny se takto chrání zpravidla před býložravci nebo před silným deštěm. Nejznámější rostlinou, kde se tento druh nastie uplatňuje, je citlivka. Citlivka má listy složené s velkého množství párů lístků, které se při otřesu postupně začnou přiklápět k sobě směrem vzhůru. Nakonec se celý list sklopí směrem dolů. Po čase se listy opět rozprostřou do plochy. Tyto pohyby jsou opět způsobeny změnou turgoru (tlaku) buněk v kloubových polštářcích lístků a listu.



Citlivka vlevo při normálním rozložení listů, uprostřed po slabém otřesu, vpravo po silnějším otřesu.
https://backyardbrains.com/experiments/img/Mimosa_Color_smaller_web.jpg

Zajímavý je i princip sklápění tyčinek v květech dřišťálu a mahónie. Hmyz, který se dotkne nitek ve vnitřní části květu, vyvolá přiklopení tyčinek k blizně a současně je poprášen pylem, což přispěje k opylení jiného květu. Tomuto pohybu vyvolanému dotykem říkáme **tigmonastie**.



Průřez květem dřišťálu vlevo před a vpravo po dotyku opylovače.

http://w3.biosci.utexas.edu/prc/DigFlora/BERB/images/BETR-stm-reaction.JPG

Videa s výše popsanými druhy nastií si můžete prohlédnout na těchto odkazech:

Fotonastie – https://www.youtube.com/watch?v=OBdIKNDD5eE
Fotonastie – https://www.youtube.com/watch?v=SS0iuyxXZtc
Termonastie – https://www.youtube.com/watch?v=0lSDhiyttNY
Termonastie – https://www.youtube.com/watch?v=SraXi6jupe4
Termonastie – https://www.youtube.com/watch?v=sUjNsTlZ7y0
Mucholapka – https://www.youtube.com/watch?v=z5fOsgrAJiU
Mucholapka – https://www.youtube.com/watch?v=ii_ygm4K5n0
Mucholapka – https://www.youtube.com/watch?v=CZhvcXquN3w
Mucholapka – https://www.youtube.com/watch?v=qscmxAxJrzY
Otevírání a zavírání průduchů – https://www.youtube.com/watch?v=AwyrqfNTuxQ
Otevírání a zavírání průduchů – https://www.youtube.com/watch?v=6_fGT1ksXKM
Otevírání a zavírání průduchů – https://www.youtube.com/watch?v=Uokagk5V8bU
Nyktinastie – https://www.youtube.com/watch?v=Fcii37jOVW4
Nyktinastie – https://www.youtube.com/watch?v=15RsrM8c8IM
Seismonastie – https://www.youtube.com/watch?v=g0LFBM3hOLs
Seismonastie – https://www.youtube.com/watch?v=Zq3UuHlPLQU
Seismonastie – https://www.youtube.com/watch?v=DF-b6TsO1DM
Tigmonastie – https://www.youtube.com/watch?v=MM3zsmI2_qQ
Tigmonastie – https://www.youtube.com/watch?v=4-sBciB7mP4

Autonomní ohyby

Autonomní pohyby jsou pohyby, u kterých neexistuje vnější podnět, který by je vyvolal (nebo ho alespoň neznáme). Tento druh pohybu se vyskytuje pouze u cévnatých rostlin a řadíme sem především pohyby klíčících rostlin. Změny koncentrace různých fytohormonů vyvolávají kývavý pohyb vrcholu lodyhy. U ovíjivých rostlin klíčící lodyhy vykonávají před dosažením opory kruhový pohyb, který poté přejde v pohyb ovíjivý. Přesné mechanismy autonomních pohybů nejsou ještě dostatečně prozkoumány.

Zajímavá videa zachycující kývavé pohyby můžete vidět na následujících odkazech:

https://www.youtube.com/watch?v=B1M66Xt345s
https://www.youtube.com/watch?v=eKo5F87A8a0

Pohyby pomocí výběžků

Mnoho rostlin je vytrvalých a takové rostliny se po obsazení nové lokality snaží zabrat novými jedinci co největší plochu. Proto stačí, aby se na novou lokalitu dostalo pouze jediné semeno (nebo jiná rozmnožovací částice), které může dát vzniknout rozsáhlé populaci, i kdyby nově vyrostlá rostlina žádná semena nevytvořila. Jedná se o vegetativní šíření pomocí různých nadzemních nebo podzemních orgánů. Nadzemním orgánům se říká šlahouny. Pomocí nich se rostlina dokáže šířit i na relativně velké vzdálenosti, ale trvá jí to déle. Jedna rostlina je schopna vytvořit mnoho dceřiných jedinců, kteří postupně zabírají další a další plochu. Výsledkem může být rozsáhlá populace tvořená v podstatě jednou rostlinou (odborně se tomu říká **geneta** nebo také **klon**) tvořenou mnoha zdánlivě samostatnými jedinci (těm se říká **ramety**), kteří se mohou postupem času od původní rostliny zcela osamostatnit. Stáří porostů tvořených jedním klonem může být i více než tisíc let a porosty mohou dosahovat průměru mnoha set metrů. Z našich stromů takto vytváří velké a staré porosty tvořené jedním klonem topol osika.

Rychlé obsazování velké plochy pomocí výběžků je typické pro vodní rostliny, které se během jednoho roku dokážou rozrůst od původní rostliny do vzdálenosti mnoha metrů pomocí velmi dlouhých výběžků. Z našich rostlin se tím vyznačuje např. rdest plovoucí a orobinec širolistý, ale platí to i pro takřka všechny ostatní druhy vodních a mokřadních rostlin a některé suchozemské rostliny. Tato strategie se nazývá **guerilla**.

Naproti tomu suchozemské rostliny se často šíří pomocí velmi krátkých výběžků a dceřiné rostlinky jsou hustě nakupeny vedle sebe. Tvoří trsy, které zabraňují narušení obsazené plochy jiným druhem. Této rostlinné strategii se říká **falanga** a je typická pro mnoho druhů trav a ostřic. Původní význam slov guerilla a falanga označuje způsob boje a rozestavení bojovníků ve vojenských bitvách.



Vodní rostliny (zde rdest) často tvoří dlouhé výběžky s novými rostlinkami.

10.2 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 přenašečů diaspor a uvedeme si přizpůsobení rostlin pro daný typ šíření.

*Zopakujte si v učebnicích, jaké **typy plodů** rozlišujeme.*

10.2.1 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. Pyl těchto stromů můžeme často nalézt ve velkém množství nahromaděný na hladině kaluží nebo jezer. Větrosnubné krytosemenné rostliny mají většinou nenápadné malé květy a redukované květní obaly, protože nemusí nijak lákat opylovače.





Vlevo pylová zrna borovice se vzdušnými vaky se šíří pomocí větru (vpravo).

https://www.nps.gov/romo/images/lg_ponderosapollen.jpg
http://www.judgeallergyasthmasinus.com/edu_pollen_count.html



Nahromaděný pyl borovic na vodní hladině

https://media.mnn.com/assets/images/2015/05/pollen-river.jpg.653x0_q80_crop-smart.jpg



Pyl trávy srhy říznačky se také šíří větrem.

http://neighborhood.cdn.aws.vivint.com/neighborhood/wp-content/uploads/2016/04/plant-692141_1280.jpg

Videa zobrazující šíření pylu pomocí větru si můžete prohlédnout na následujících odkazech:

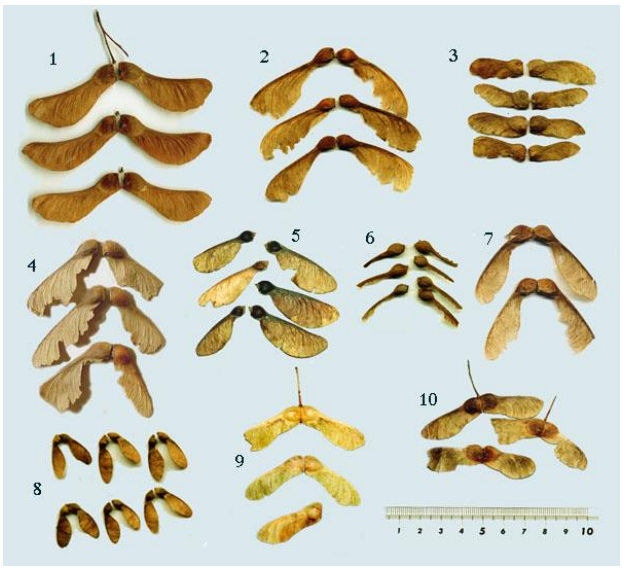
https://www.youtube.com/watch?v=xgdykePCZOA
https://www.youtube.com/watch?v=N7otaZm1nC4
https://www.youtube.com/watch?v=GPSkckUQxXI

Na podobném principu malé hmotnosti a objemu se dokážou větrem šířit i semena některých skupin rostlin, hlavně orchidejí (čeleď vstavačovité). Orchideje vytvářejí obrovské množství (až několik set tisíc) malých semen na jedné rostlině. Daní za nízkou hmotnost a snadnou šiřitelnost semen je nepřítomnost zásobních látek. Orchideje proto potřebují k vyklíčení soužití (symbiózu) s různými druhy hub, které jim potřebné látky dodají. Tyto houby se ovšem nevyskytují všude, proto orchideje tvoří tak velké množství semen, aby se zvětšila pravděpodobnost zanesení alespoň některých z nich na vhodná stanoviště.



Tobolka orchideje s obrovským množstvím malých semen
http://everything-orchids.com//everything-orchids.com/wp-content/uploads/2014/02/greenpod.jpg

Pokud jsou semena větší a těžší, potřebují specializované útvary, které napomáhají šíření větrem. Může se jednat o různé chlupy, chmýr, blanité či křídlaté okraje a podobně. Chlupy na semenech využívají např. topoly a vrby, z bylin potom vrbovky nebo koniklece. Padákovitý chmýr můžeme vidět u zástupců čeledi hvězdnicovitých, např. u pampelišky nebo kozí brady. Blanitá křídla najdeme třeba u semen borovic, z listnatých stromů to jsou okřídlené nažky u jilmu či jasanu, známé jsou dvounažky javoru. Listovité útvary kolem plodů využívá například habr a lípa.



okřídlené dvounažky různých druhů javorů



plody jilmu



ochmýřené nažky pampelišky



plody lípy

Plody přizpůsobené k šíření větrem

https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/40/6b/c8/406bc811ef64f44fd958319dad335ef4.jpg
http://fld.czu.cz/vyzkum/semena/obrazky/velke/ulmmin.jpg
http://www.starkelnutrition.com/wp-content/uploads/2016/04/dandelions.jpg
http://cdn4.eattheplanet.org/wp-content/uploads/2013/09/798px-Tilia_cordata_MHNT.BOT_.2004.0.780.jpg

Zvláštním způsobem rozšiřovaní jsou známí tzv. **stepní běžci**. Jedná se o rostliny přizpůsobené životu na rozsáhlých travnatých plochách. Jsou mnohonásobně rozvětvené a v dospělosti 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)

Vítr využívají k rozšiřování i další skupiny organizmů, zvláště houby a lišejníky. Houby se rozšiřují pomocí výtrusů (spor), které jsou drobné a velmi snadno se větrem šíří. Lišejníky jsou organizmy založené na soužití (symbióze) houby a řasy nebo sinice. Rozmnožovací částice lišejníků (tzv. soredie) jsou proto tvořeny několika buňkami řasy nebo sinice, které jsou obalené houbovými vlákny a šíří se větrem spolu, což zaručuje, že po obsazení nové lokality mohou zase hned využívat výhody společného soužití.

Na zajímavá videa s anemochorními rostlinami a stepními běžci se můžete podívat na těchto odkazech:

https://www.youtube.com/watch?v=ZUEXKapAVcY
https://www.youtube.com/watch?v=Kd5qCNH_g3Q
https://www.youtube.com/watch?v=yl4r8s9YkFU
https://www.youtube.com/watch?v=2XBZ9qYDxFs
https://www.youtube.com/watch?v=aEPB01Y_xOc
https://www.youtube.com/watch?v=aFW6yUlgGdI

10.2.2 Šíření vodou

Dalším velice významným přenašečem diaspor je voda. Voda má oproti větru tu výhodu, že zde není kladen důraz na co nejnižší hmotnost diaspor, takže ty mohou nabývat i značných rozměrů. Naopak nevýhodou je poměrně omezená vzdálenost, na kterou jsou schopny se rostliny takto šířit, i rychlost šíření.

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. Kombinaci aktivního pohybu, tedy vystřelování semen, a pasivního šíření vodou využívá například invazní netýkavka žláznatá, která se v obrovském množství rozšířila na březích našich řek.



Semena či plody jsou pro šíření vodou často přizpůsobené různými mechanismy. Mnohdy to bývá přítomnost pletiva bohatého na vzduch, který je nadnáší, aby se nepotopily a mohly být unášeny proudem. Z našich rostlin má takováto semena např. žabník nebo šípatka. Největší plody uzpůsobené šíření pomocí vody mají palmy, např. takzvaná kokosová palma (kokosovník ořechoplodý). Semena jsou obalena tvrdým vnitřním oplodím (peckou), které odolá působení mořské vody a je obalené lehkým vláknitým obalem, který plod nadnáší. Navíc je uvnitř semene dutina.

Kokosovník ořechoplodý klíčící z vyplaveného semene

http://www.newtonsapple.org.uk/wp- content/uploads/2014/12/coconut-germinating.jpg

Na videa zachycující hydrochorii se můžete podívat na následujících odkazech:

https://www.youtube.com/watch?v=chvqFxmLctA
https://www.youtube.com/watch?v=jfBEX9tMGos
https://www.youtube.com/watch?v=VtzMpjCDA5Y

Specifický je způsob rozšiřování semen a výtrusů pomocí dešťových kapek (**ombrochorie**), který využívá například rozchodník ostrý nebo šalvěj luční. Semena jsou z otevřených plodů vymršťována kapkami a pak jsou splavována proudy dešťové vody. Tímto způsobem se šíří také výtrusy některých druhů hub a mechů.

Neméně důležitou roli hraje voda při šíření vegetativních částic rostlin a někdy i celých jedinců. Některé druhy vodních rostlin rostoucích i u nás semena vůbec netvoří a šíří se výhradně vegetativně. Příkladem může být okřehek menší, drobná rostlinka volně se vznášející na hladině, který se v našich podmínkách množí výhradně tvorbou dceřiných rostlinek, jež mohou být volně unášeny proudem. U nás se takto množí a šíří i další volně vzplývající rostliny, např. voďanka nebo již zmiňovaná masožravá bublinatka.
Ale i u rostlin kořenících ve dně vznikají více či méně specializované vegetativní útvary sloužící k šíření. Stolístek a některé druhy rdestů odlamují části lodyh, které vytvoří nové kořeny a jsou unášeny proudem. Na příhodném místě se zachytí a zakoření a vytvoří novou populaci. Stejně tak mohou být proudem unášeny hlízy či různé další útvary, a to i na velké vzdálenosti až několika desítek kilometrů.
V minulosti se u nás značně rozšířil vodní mor, invazní druh ze Severní Ameriky, který se i přes absenci tvorby semen dostal prakticky do všech našich vod. Ve stojatých vodách k šíření vodou značně přispívá vítr, který tvoří vlny, jež dokážou unášet částice i celé rostliny od jednoho břehu k druhému.

10.2.3 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. Některé orchideje (například tořiče vyskytují se i u nás) mají specializované opylovače (blanokřídlý hmyz), které lákají na květ, který svým vzhledem napodobuje samičku druhu, který je opyluje. Při snaze o páření ulpí na opylovači pyl, který se tak přenese na další rostlinu, kterou opylí.
Mnoho rostlin opylují denní i noční motýli. Denní motýli jsou lákáni na barevné květy,

zatímco noční motýli opylují květy vydávající silnou vůni (z našich rostlin např. mydlice). 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.

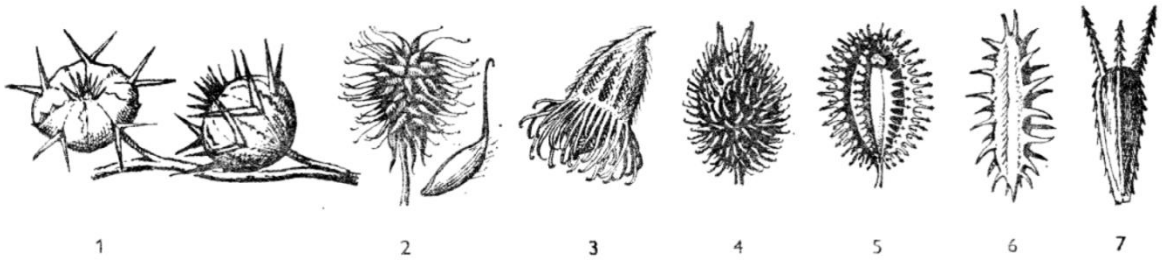
Velký význam mají živočichové při šíření semen a plodů. Mnoho rostlin je na nich zcela závislých. Takovýto přenos označujeme jako **zoochorii**. Podle toho, zda se semena či plody šíří na povrchu nebo v těle živočichů, rozlišujeme **epizoochorii** (na povrchu) a **endozoochorii** (uvnitř). Mnoho rostlin 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). Někdy k tomu dochází bez významných adaptací rostlin i živočichů. Jedná se převážně o rozšiřování semen a plodů vodních a mokřadních rostlin, protože se s vodou či bahnem zachytí ne těle vodních ptáků, kteří je pak přenesou i na velké vzdálenosti. Stejně tak mohou ptáci přenášet úlomky rostlin nebo i celé rostliny (např. již zmiňovaný okřehek), jež jsou schopny na jiné lokalitě opět zakořenit.



Úlomek lodyhy rdestu s již vyrůstající novou rostlinkou, jehož pomocí se může rostlina šířit.

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. Při procházkách v pozdním létě a na podzim kolem řek či rybníků se nám může stát, že budeme mít celé oblečení obalené nažkami dvouzubce, v lese pak plody kuklíku městského nebo svízele přítuly, na louce se na nás mohou zachytit úbory lopuchu nebo plody řepíku lékařského.



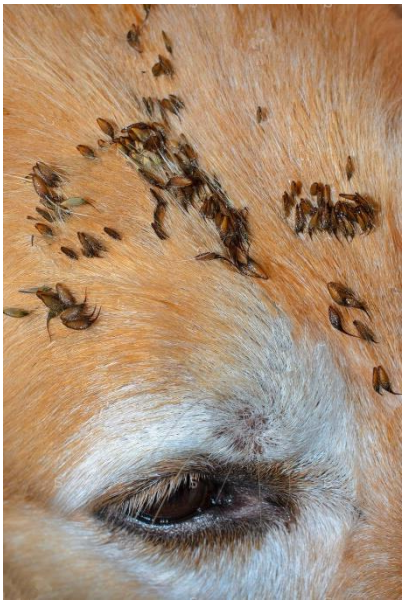
Plody epizoochorních druhů rostlin:
1 – kotvičník, 2 – kuklík, 3 – řepík, 4 – řepeň, 5 – mrkev, 6 – dejvorec, 7 – dvouzubec. (převzato z: E. Opravil – Jak rostliny cestují, 1987)



Vlevo řepík lékařský, uprostřed kuklík městský, vpravo lopuch

http://www.aphotoflora.com/images/rosaceae/agrimonia_eupatoria_agrimony_seed_capsules_26-09-04.jpg
https://newfs.s3.amazonaws.com/taxon-images-1000s1000/Rosaceae/geum-urbanum-fr-gcarr1.jpg
https://www.uwgb.edu/biodiversity/herbarium/Vascular_plants/arcmin_fruit01web400gf.jpg





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

Někteří živočichové si dělají zásoby semen a plodů, které poté konzumují. Na některé spižírny však zapomenou a semena poté mohou vyklíčit. Sojka obecná si takto schovává žaludy, ročně dokáže jedna sojka zahrabat až 4600 žaludů. Podobně si hraboš dělá zásoby obilí, které všechno nevyužije, a obilky na jaře vyklíčí.

Specifickým typem šíření semen je **myrmekochorie**, šíření pomocí mravenců. Jedná se o velmi úzký vztah mezi mravenci a některými druhy rostlin. Tyto rostliny vytvářejí na semenech speciální útvary zvané masíčka (elaiozomy). Elaiozomy mohou obsahovat oleje, cukry, škrob a další látky, které mravence lákají. Mravenec semeno sebere kvůli masíčku, při tom ho odnese několik metrů, kde masíčko zkonzumuje a nepoškozené semeno odloží. Z našich druhů rostlin jsou mravenci rozšiřována semena např. dymnivky, vlaštovičníku, violky nebo biky.





Semena rozšiřovaná mravenci mají světlé dužnaté masíčko.

http://nadiasyard.com/wp-content/uploads/2012/05/DSC0186.jpg
http://myrmecochorie.free.fr/index_files/Chelidoine%20majus%20elaiosome.jpg

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. Takovéto šíření nepůvodních druhů na nové kontinenty zapříčinilo mnoho velkých rostlinných invazí. U nás se invazně v minulosti šířil již zmiňovaný vodní mor, dnes se šíří netýkavka žláznatá, křídlatky, bolševník velkolepý a další druhy nepůvodních rostlin. K šíření nepůvodních i původních druhů značně přispěl člověk budováním silnic a železnic, které představují významný koridor víceméně podobného prostředí, táhnoucí se stovky kilometrů.
Z našich původních druhů toho využil lomikámen trojprstý. Původně vzácný a ohrožený druh skalních sutí využil podobnosti železničních náspů s jeho původním biotopem a v posledních letech se rozšířil prakticky podél všech tratí v České republice. Další zajímavý druh je kuřinka solná. Tento druh byl u nás velmi vzácný a rostl na slaniskách (lokality se zvýšeným obsahem solí). V posledních letech se šíří kolem silnic, které jsou v zimě solené, čímž napodobují jeho původní biotop, který u nás dnes velmi rychle mizí. Mnoho rostlin je také neúmyslně šířeno s různými náklady zboží nebo s osivem.



Semena dvouzubce zachycená na oděvu

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

Na následujících odkazech si můžete prohlédnout různé způsoby šíření pylu, semen a plodů pomocí zvířat a lidí:
Entomogamie, tořič – https://www.youtube.com/watch?v=yFftHXbjEQA
Entomogamie, tořič – https://www.youtube.com/watch?v=HUMzVEjT0y4
Entomogamie – https://www.youtube.com/watch?v=SZrTndD1H10
Entomogamie – https://www.youtube.com/watch?v=9Zbq3KB4MpI
Myrmekochorie – https://www.youtube.com/watch?v=K0Vem8yfZg0
Myrmekochorie – https://www.youtube.com/watch?v=ysB3gYv9-3Y
Myrmekochorie – https://www.youtube.com/watch?v=nRG6PZPT0b4
Antropochorie – https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File%3AHuman-Mediated-Dispersal-of-Seeds-by-the-Airflow-of-Vehicles-pone.0052733.s001.ogv

11 Buňka

11.1 Cytoskelet – vnitřní kostra buňky

Existence buňky, tedy i jednobuněčných a mnohobuněčných organizmů, je závislá na pohybu. Ať se jedná o pohyb vnitrobuněčný (proudění cytoplazmy, přesun organel a váčků), výměnu látek s okolím nebo o pohyb celých buněk či orgánů a organizmů z nich tvořených, vše je závislé na fungování cytoskeletu a jeho molekulárních motorů (viz níže). Cytoskelet je tvořen bílkovinnými útvary nacházejícími se v cytoplazmě. Tyto úzvary můžeme u eukaryotických organizmů dělit na několik typů. Jedná se o různé druhy vláken (odborně je nazýváme mikrotubuly, mikrofilamenta a intermediální filamenta). Cytoskelet se podílí nejen na vlastním pohybu buněk, ale také na dělení buněk a chromozomů, fagocytóze (pohlcování cizích částic), pohybu váčků v buňkách a migraci buněk v tělech mnohobuněčných organizmů. U rostlinných buněk slouží také k pohybu chloroplastů v cytoplazmě.

Molekulární motory

Jako molekulární motor označujeme soubor několika molekul bílkovin, které štěpí energeticky bohaté sloučeniny označované ATP (adenosintrifosfát). Díky tomuto štěpení se uvolňuje energie využívaná k pohybu a přesunu buněčných organel a váčků podél cytoskeletárních vláken, dále ke svalovému stahu či k vlastnímu pohybu buňky.

Abychom pochopili princip molekulárních motorů a jejich funkci v buňce, představme si takový motor například jako vlakový vagón. Tento vagón se po nějakém podnětu rozjede z nádraží po kolejích. Kolejemi v tomto případě rozumíme vlákna cytoskeletu. Aby náš pomyslný vagón dojel do cílové stanice, musí strojvedoucí vědět, jakým směrem má jet. Tuto informaci molekulárním motorům poskytuje vnitřní uspořádání cytoskeletárních vláken.

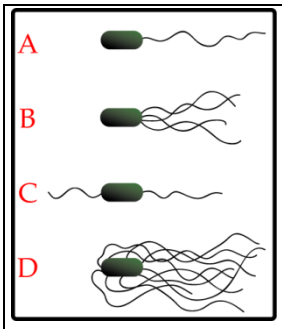
U molekulárních motorů můžeme rozlišit dva druhy pohybu. První je pohyb klasický – vagón jede s nákladem po kolejích –, kdy se motor pohybuje po cytoskeletární struktuře. Tento druh pohybu se uplatňuje například uvnitř buňky. Druhý typ pohybu spočívá na opačném principu, kdy je motor v buňce upevněn a pohybuje cytoskeletárním vláknem – tedy vagón stojí na nástupišti a pod ním se posouvají koleje. Tento druh se uplatňuje například při pohybu řasinek, bičíků, chromozomů či pohybu svalu.

11.2 Pohyb buněk

Pohyb prokaryot

Většina prokaryot (např. bakterie) využívá ke svému pohybu zásadní buněčnou strukturu, kterou je **bičík** (flagelum). Méně známým prokaryotickým pohybem je pak tzv. **klouzání**. Tento pohyb probíhá na rozhraní dvou prostředí, například pomocí vylučování slizu (např. některé sinice).

Bakteriální bičík se zásadně liší od bičíku eukaryot, a to jak strukturou, tak i stylem působení na svou buňku. Vlastní bičík je tvořen odlišnou bílkovinou a může být až 10x delší, než je jeho buňka. Je spirálovitý a při pohybu se otáčí a tím tlačí buňku vpřed. Bičík se může točit na obě strany, a určovat tak směr pohybu. V průběhu života bakterie může také dojít ke změnám v počtu bičíků, tedy i k situaci, kdy bakterie nemá bičík žádný a naopak, kdy jsou bičíky rozmístěny po celém jejím povrchu.



Bičíkaté formy bakterií:
A: jeden bičík na jednom konci buňky
B: dva nebo více bičíků na jednom či obou koncích buňky
C: po jednom bičíku na každém konci buňky
D: více bičíků po celém povrchu buňky

https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=545701

Bakterie se pohybují v závislosti na určitých podnětech, jako jsou: koncentrace rozpuštěných látek v okolí, světelné podmínky, teplota nebo magnetické pole. Pohyb je směřován buď k podnětu (třeba k potravě), nebo naopak pryč od něj (např. od nebezpečí).

Eukaryota

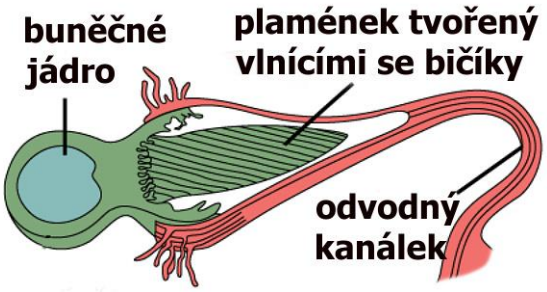
Buněčný pohyb u eukaryotických organizmů můžeme rozdělit na pohyb pasivní a aktivní. Pasivním pohybem rozumíme například nadnášení a šíření jednobuněčných eukaryot (např. prvoků) vodou, vzduchem atp. U mnohobuněčných organizmů dochází k pasivnímu pohybu buněk například v krevním řečišti. Dále se budeme šířeji zabývat aktivním pohybem buněk pomocí specializovaných struktur. Jedná se například o pohyb pomocí bičíků a řasinek, o pohyb měňavkovitý, či svalový stah.

Bičíky a řasinky

Stavba **bičíků** a **řasinek** je v zásadě shodná a tyto struktury jsou vždy spojeny s cytoskeletem. Řasinky jsou krátké a vyskytují se ve velkém množství, jsou pod cytoplazmatickou membránou propojené cytoskeletem a pohybují se synchronně. Bičíky jsou delší a je jich méně a pohybují se nezávisle na sobě.

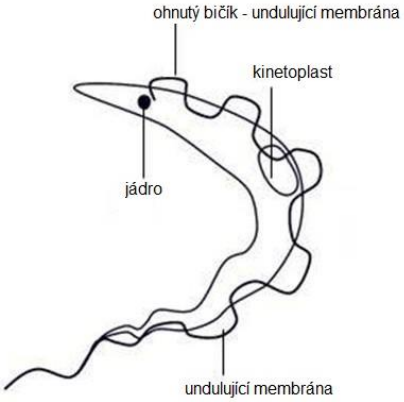
Řasinky najdeme jak u jednobuněčných eukaryot, například nálevníků, tak i u specializovaných buněk obratlovců, jako jsou buňky dýchací sliznice a vejcovodů.

Bičíky jsou důležité především u jednobuněčných eukaryot – bičíkovců. U nich dokonce podle umístění a množství bičíků rozlišovat různé typy buněk. U mnohobuněčných organizmů bičíky najdeme také, například u spermií (samčích pohlavních buněk obratlovců a některých bezobratlých). Spermie jsou nejpohyblivější buňky mnohobuněčných organizmů, avšak k dosažení cíle (tedy oplození vajíčka) jim musí být dopomoženo stahy hladké svaloviny samičích pohlavních orgánů. U bezobratlých živočichů pak bičíky nalézáme třeba u spermií nebo u plaménkových buněk vylučovací soustavy některých skupin (např. ploštěnců).



Plaménková buňka
http://images.slideplayer.cz/42/11387407/slides/slide_5.jpg

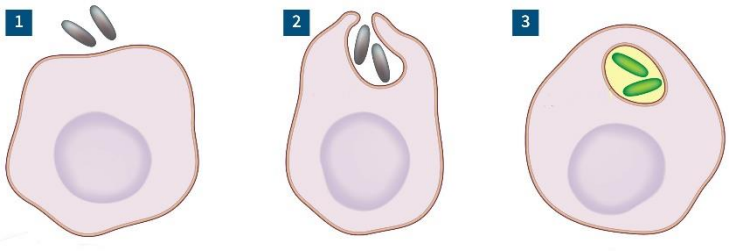
Zajímavou modifikací bičíku je vytvoření **undulující** (vlnící se) **membrány**, která vzniká spojením ohnutého bičíku s cytoplazmatickým výběžkem. Tato membrána je vhodná při pohybu v prostředí střev a krve, tedy u parazitických organizmů, jako je například trypanozoma, můžeme ji však pozorovat i u spermií některých ryb a obojživelníků.



Trypanozoma a její undulující membrána
http://slideplayer.cz/slide/3364242/

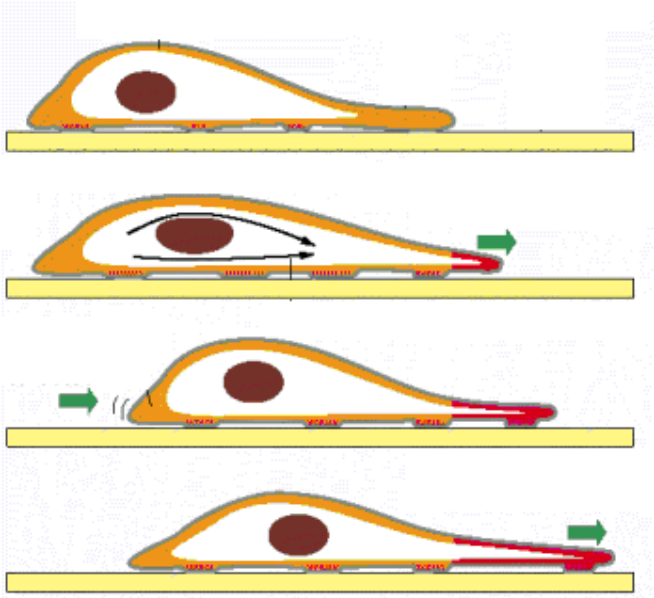
Měňavkovitý pohyb

Dalším druhem pohybu, typickým pro jednobuněčná eukaryota je pohyb **měňavkovitý** (améboidní), který je charakteristický výskytem **panožek**. Panožky jsou výběžky cytoplazmy a mohou sloužit nejen k pohybu (např. u kořenonožců), ale také při příjmu potravy tzv. **fagocytózou**. Fagocytóza je proces, při kterém dochází k obalení cizí částice cytoplazmatickou membránou a k jejímu následnému pohlcení.



Fagocytóza - obalování cizí částice cytoplazmatickou membránou
http://images.slideplayer.cz/42/11387407/slides/slide_5.jpg

Měňavkovitý pohyb můžeme pozorovat také u obratlovců. Například bílé krvinky využívají tento typ pohybu při opouštění krevního řečiště a vstupu do tkání. Také během raného vývoje organizmu (ontogeneze) se značné množství buněk pohybuje k místu svého určení tímto způsobem.



Měňavkovitý pohyb pomocí vysunujících se panožek
http://docplayer.cz/10263000-Bunecna-motilita-a-molekularni-motory.html

Migrace buněk v mnohobuněčném organizmu

Migrace buněk v tělech mnohobuněčných organizmů hraje významnou roli v mnoha fyziologických i patologických procesech. Jedná se o sled koordinovaných pohybů, které jsou nepostradatelné pro správný vývoj a fungování organizmu. Zároveň však mohou jeho poruchy způsobit řadu onemocnění (např. nádorová onemocnění). Buněčná migrace hraje zásadní roli již při zárodečném (embryonálním) vývoji, avšak při imunitních reakcích (zánětech atp.) je důležitá v průběhu celého života.

Osmóza

Zajímavým jevem probíhajícím všude okolo nás je osmóza. Abychom si ho však přiblížili, musíme si nejprve vysvětlit ideální případ střetu dvou kapalin, roztoků. V případě tohoto střetu, tedy setkání rozdílně koncentrovaných roztoků, dochází k takzvané **difúzi.** To je proces, při němž se vyrovnávají koncentrace obou roztoků (např. sirup nalévaný do vody). Přítomné částice se rovnoměrně rozptýlí po celém nově utvořeném objemu.

Pakliže se však na rozhraní roztoků setkáme s **polopropustnou membránou**, dochází k změně. Tato membrána propouští pouze molekuly rozpouštědla (např. vody), avšak rozpuštěné částice zadržuje. K vyrovnání koncentrací tedy dochází ne pomocí difúze, nýbrž přesunem rozpouštědla do koncentrovanějšího roztoku. Ten se ředí až do okamžiku vyrovnání koncentrací.

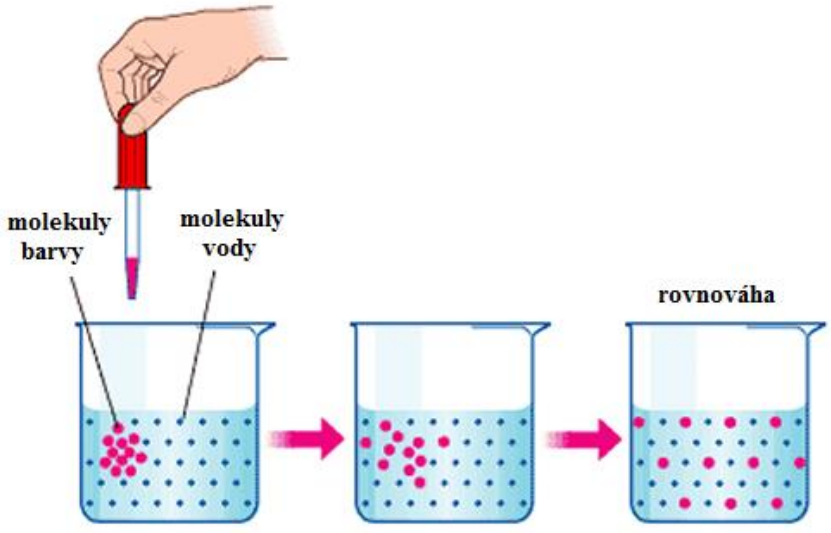
Polopropustné membrány najdeme i u našich oblíbených buněk. V případě přítomnosti těchto membrán se může buňka nacházet ve třech typech prostředí:

1. **Izotonické prostředí** nastává, když se buňka vyskytuje v roztoku o stejné koncentraci, jako je její buněčný obsah. Rozpouštědlo (voda) proniká jak dovnitř, tak ven z buňky, nedochází však ke změně koncentrace a tvaru buňky.

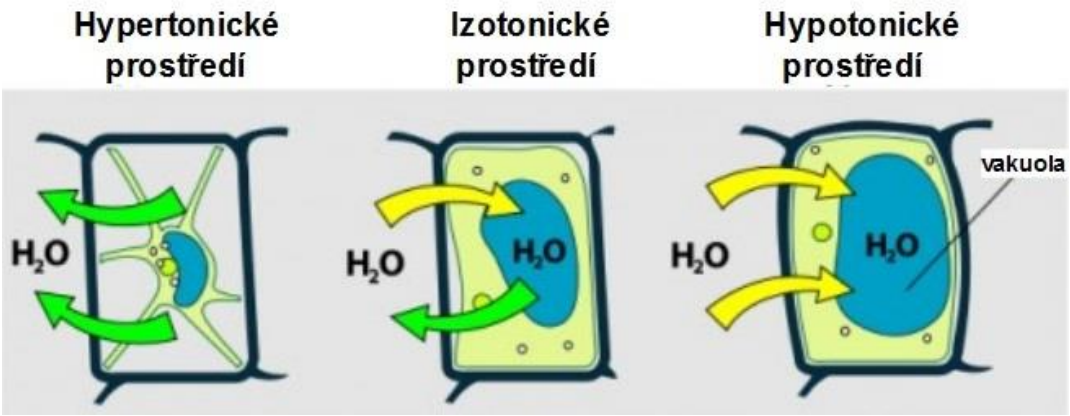
2. Buňka se nachází v **hypotonickém prostředí** v případě, že je koncentrace roztoku v okolí buňky nižší než koncentrace v buňce. Pak dochází k pronikání vody do buňky, která se zvětšuje a v extrémních případech může dojít i k prasknutí membrány.

3. Buňka se nalézá v **hypertonickém prostředí**, pokud je koncentrace roztoku v okolí buňky vyšší, než v buňce. Rozpouštědlo (voda) proniká ven z buňky do více koncentrovaného prostředí. Buňka se tedy smršťuje a vysychá.

Jevy nastávající v hypertonickém a hypotonickém (prostředí) jsou jevy protikladné a způsobují změnu vzhledu organel či celé buňky. U rostlin částečně zabraňuje extrémním změnám tvaru buňky pevná buněčná stěna.



Princip difuze: vyrovnávání koncentrací roztoků rovnoměrným rozptýlením molekul.
http://astrocampschool.org/diffusion/



Buňka a osmotické jevy
https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/11

12 **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/