**Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity**

**Katedra školskej pedagogiky**

MICHAELA BIELIKOVÁ

# PRÍRODOVEDNÁ PROPEDEUTIKA

TRNAVA 2025

**Názov publikácie:**

Prírodovedná propedeutika

**Autor:**

Mgr. Michaela Bieliková, PhD.

**Recenzenti**:

Mgr. Zuzana Bánovčanová, PhD.

Mgr. Žaneta Staníková, PhD.

© Michaela Bieliková

**Vydavateľské údaje:**

Trnavská univerzita v Trnave

Pedagogická fakulta

Katedra školskej pedagogiky

Rok vydania: 2025

ISBN 978-80-568-0763-7

KÓD EAN 9788056807637

# Obsah

Úvod ..... 5
1 Látky ..... 6
2 Interakcie ..... 28
3 Sily ..... 61
4 Energia ..... 77
5 Zem ..... 90
6 Vesmír ..... 110
7 Bunka ..... 127
8 Ekosystém ..... 174
9 Dedičnosť a premenlivosť ..... 191
10 Evolúcia ..... 205

# Úvod

Predkladaná učebnica je určená študentom bakalárskeho stupňa študijného programu predškolská a elementárna pedagogika v rámci kurzu Prírodovedná propedeutika.

Je vytvorená na základe konceptu rozvoja veľkých vedeckých predstáv od Harlenovej (2015), ktoré sú reprezentované 14-timi tézami (10 téz sa venuje obsahu prírodovedného poznania a 4 predstavám o vede). Tento text sa však sústreďuje na veľké prírodovedné predstavy, t.j. na prvých 10 téz. Tieto tézy predstavujú obsah základného prírodovedného poznania, ktorým by mal disponovať každý prírodovedne gramotný človek po ukončení základného vzdelania. To znamená, že aj keď sa môže čitateľovi na prvý pohľad zdať, že táto učebnica tvorí veľmi obsiahli súbor poznatkov, ide o základné poznatky, s ktorými sa stretol už v základnej škole. Keďže učiteľ vystupuje ako sprostredkovateľ a facilitátor v prírodovednom vzdelávaní, mal by sám poznať a ovládať obsah prírodovedného vzdelávania. V prípade, ak sa vyskytnú u neho nejasnosti či pocit neistoty v niektorej téme, môže to viesť k tomu, že bude deťom predkladať nekorektné informácie a tým u nich podporovať vznik miskoncepcií.

Cieľom tejto učebnice je priblížiť prírodovedné koncepty a mnohé z nich (najmä tie fyzikálne) vysvetliť v kontexte bežného života, aby študenti videli a vnímali vedu v rámci svojich každodenných životov a nepozerali sa na ňu ako na niečo izolované a typické napr. len pre školské prostredie. Okrem toho sú v učebnici umiestnené obrázky metódy concept cartoons©, ktorú vytvorili autori Keogh a Nalyor. Tieto obrázky zobrazujú fiktívne postavy, ktoré vyslovujú rôzne názory na zobrazenú situáciu, pomocou ktorej dokážme vysvetliť rôzne prírodovedné koncepty. Ich úlohou v tejto publikácii je „prinútiť“ študentov zamyslieť sa nad konkrétnou situáciou, s ktorou sa stretávajú v bežnom živote, avšak častokrát bez toho, aby v nej našli prepojenie s prírodovedným vzdelávaním (teda s tým, čo preberali v škole).

Každá téza tvorí samostatnú kapitolu. Na začiatku každej kapitoly je uvedený rozvoj danej tézy v takej úrovni, ktorá sa predpokladá po ukončení základnej školy. Keďže je učebnica určená pre študentov predškolskej a elementárnej pedagogiky, nasleduje text, ktorý ozrejmuje rozvoj tézy pre predškolský (5-7 rokov) a mladší školský vek (7-11 rokov).

Veríme, že táto učebnica priblíži a vysvetlí študentom mnohé koncepty, ktoré sú často považované za zložité a nevyužiteľné v praktickom živote.

# 1 Látky

**Všetky materiály vo vesmíre sú zložené z veľmi malých častíc.**

Atómy sú stavebnou jednotkou všetkej hmoty, živej aj neživej. Správanie sa a usporiadanie atómov vysvetľuje vlastnosti rôznych materiálov. V chemických reakciách sa atómy preskupujú, aby vytvorili novú hmotu alebo materiál. Každý atóm má jadro, ktoré je zložené z neutrónov a protónov okolo ktorých sú elektróny. Opačné elektrické polia protónov a elektrónov sa navzájom priťahujú, držia atómy pohromade a sú zodpovedné za vytváranie niektorých zlúčenín.

Podľa koncepcie rozvoja veľkých vedeckých predstáv ide vo veku detí 5-7 rokov o to, aby deti chápali, že všetko, čo nás obklopuje, vrátane vzduchu, vody a rôznych druhov pôd sa nazýva materiál, pretože má hmotu, a teda na Zemi svoju hmotnosť a zaberá priestor. Materiály rozpoznávame podľa ich vlastností, pričom niektoré z týchto vlastností používame na triedenie materiálov, napríklad na tie, ktoré sú v pevnom, kvapalnom alebo plynnom skupenstve.

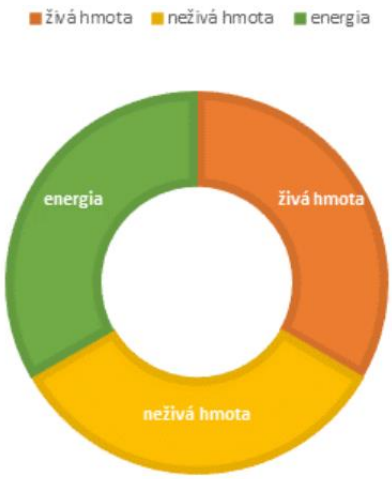
Žiaci vo veku 7-11 vedia, že keď sa niektoré látky spoja, vytvoria novú látku (alebo látky) s vlastnosťami, ktoré sa líšia od pôvodných. Iné látky je možné jednoducho zmiešať bez trvalej zmeny a často je ich možné opäť oddeliť. Pri izbovej teplote sú niektoré látky v tuhom skupenstve, niektoré v kvapalnom a iné zas v plynnom skupenstve. Stav mnohých látok môže byť zmenený ich zahrievaním alebo ochladením. Množstvo hmoty sa nemení, keď sa tuhá látka roztopí alebo keď sa odparí kvapalina (Harlen, 2015).

### Hmota a hmotnosť

Označenie hmota a hmotnosť môžu niekomu evokovať, že ide o synonymá, prípadne ľudia majú problém jednoznačne uviesť, kedy hovoríme o hmote a kedy o hmotnosti. Avšak ako sme už naznačili, neoznačujú to isté.

**Hmota** má mnoho podôb. Môže sa vyskytovať ako plyn, voda (t.j. kvapalina), či tuhá látka. Okrem toho sa vyskytuje aj vo forme vlny (dualita vlnových častíc). Z fyzikálneho hľadiska predstavujú ***hmotu častice s pokojovou hmotnosťou*** (látky), alebo ako ***silové pole*** (elektromagnetické pole, gravitačné a jadrové). Jednoducho však možno povedať, že hmota je čokoľvek, čo zaberá nejaký priestor a má svoju hmotnosť. Ako môžeme vidieť, hmotnosť vyjadruje množstvo určitej hmoty. Okrem toho, pri hmote môžeme zisťovať jej objem, štruktúru a vnútornú energiu.

Ak by sme sa bližšie pozreli na „zloženie hmoty“, zistíme, že pozostáva z atómov, ktoré sa zoskupujú do väčších a zložitejších celkov, a teda do molekúl a buniek, ktoré sú základným elementom pre živý svet, t.j. **živá hmota** (bunky, všetky organizmy, ktoré sú schopné rásť, meniť sa, rozmnožovať atď.).




**Obr. 1** Rozloženie hmoty na Zemi

Okrem živej hmoty rozoznávame aj **neživú hmotu**. Sem zaraďujeme neživé súčasti Zeme, ako napr. horniny, ktoré pozostávajú z rôznych chemických prvkov.
Hmota sa však môže vyskytovať aj ako **energia**, pretože zanedbateľné množstvo hmoty je možné premeniť na energiu. V tomto prípade hovoríme o energii získanej zo Slnka v procese fotosyntézy.

**Hmotnosť a tiaž**

Pri vysvetlení hmotnosti je potrebné rozlišovať medzi označením **hmotnosť** a **tiaž,** ktoré si taktiež mnohí ľudia vysvetľujú rovnako.
**Hmotnosť** vyjadruje mieru toho, koľko hmoty predmet obsahuje**. Tiaž** predstavuje mieru toho, ako gravitačná sila pôsobí na túto hmotu. Často sa môžeme v odbornej literatúre stretnúť aj so vzťahom (vzorcom):

$W = m \times g$ (anglické zdroje); $F_g = m \times g$ (a teda hmotnosť vynásobíme gravitačným zrýchlením)

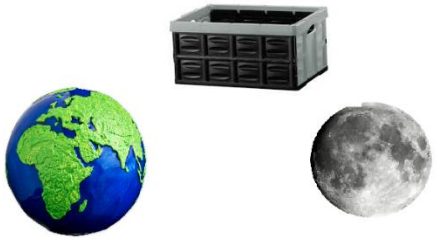
W – tiaž
m – hmotnosť
g – gravitačné zrýchlenie (ide o zrýchlenie, ktoré hmotnému bodu udeľuje gravitačná sila. Jeho približná hodnota je 9,8 m/s).

**Tab. 1** Porovnanie hmotnosti a tiaže

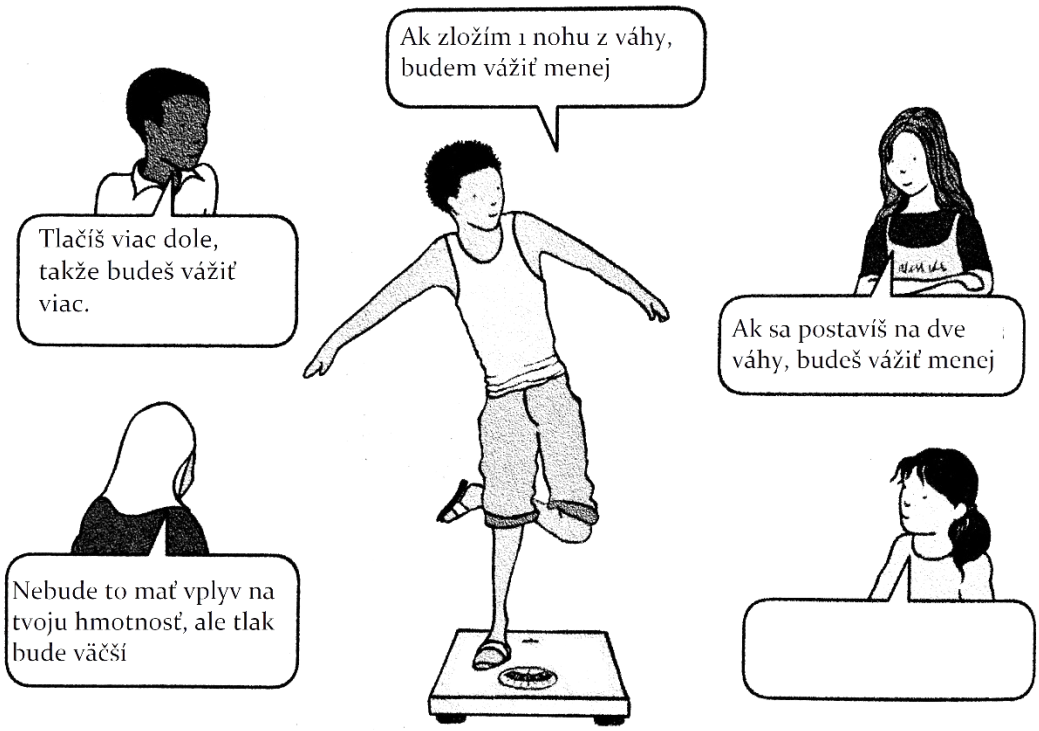
| Hmotnosť | Tiaž |
|---|---|
| Množstvo hmoty objektu je všade rovnaká. | Závisí od pôsobenia gravitácie - zvyšuje alebo znižuje s väčšou/menšou gravitáciou |
| Nikdy nemôže byť nulová | Môže byť nulová, ak na objekt nepôsobí žiadna gravitácia (napr. vo vesmíre). |
| Nemení sa podľa miesta výskytu objektu | Mení sa podľa miesta výskytu objektu |
| Je to skalárna veličina. Má veľkosť. | Je to vektorová veličina. Má veľkosť a smer - smeruje do stredu Zeme |
| Môže sa merať pomocou bežných váh. | Môže sa merať silomerom |
| Základnou jednotkou je kilogram (kg) | Meria sa v Newtonoch (N) |

Ak zmeníte svoju polohu a v dôsledku toho sa zmení gravitácia, tak hmotnosť zostane nezmenená, ale tiaž nie. Napríklad hmotnosť vášho tela je stála hodnota, ale tiaž vášho tela je iná na Mesiaci v porovnaní s tiažou na Zemi kvôli zmene gravitácie.
Čo to znamená?

**Tab.2** Tiaž a hmotnosť na Mesiaci

| | |
|---|---|
| Ak chcete zodvihnúť prepravku, ktorá má hmotnosť na Zemi 5 kg, tak musíte vynaložiť väčšiu silu než je tiaž prepravky. Ak by ste sa však nachádzali s touto prepravkou napríklad na Mesiaci, tak by ste dokázali s vynaložením rovnakej sily zodvihnúť prepravku s hmotnosťou 30kg.<br>Prečo? Pretože na Mesiaci pôsobí 6x menšia gravitačná sila ako na Zemi. |  <br>m = 5kg<br>Tiaž (Fg)= 49 N<br>Fg = m*g<br>Fg = 5kg * 9,8m/s<br><br>m = 5 kg<br>Fg = 8,1 N<br>g = 1,62 m/s |

A čo pojmy hmotnosť a tlak? Vyjadrujú to isté? Čo sa stane, ak sa postavíme na váhu a zdvihneme 1 nohu? Bude váha ukazovať viac, menej alebo bude ukazovať rovnakú hodnotu ako v prípade, keď sme mali obe nohy na váhe?
Prečítajte si výroky postáv na obrázku a uveďte, s ktorým výrokom súhlasíte a prečo. Môžete súhlasiť aj s viacerými postavami. V prípade, že nesúhlasíte ani s jedným výrokom, naformujte svoj vlastný výrok:




**Obr. 2** Concept cartoons© Sú hmotnosť a tlak to isté? (Naylor a kol., 2021)

Ak sa človek postaví na jednu alebo dve nohy, jeho hmotnosť sa nemení. Váhy merajú, akou silou na ňu pôsobíte v dôsledku gravitácie (skúste rukou tlačiť na váhu, pričom tlak stupňujete a sledujte, čo sa stane). Aj keď nám váha ukazuje našu hmotnosť v kilogramoch, vlastne nám ukazuje to, akou silou tlačíme na jej povrch. Toto „tlačenie“ je spôsobné našou hmotnosťou. Ak by ste sa postavili na dve váhy, každá bude ukazovať približne polovicu vašej pôvodnej hmotnosti (závisí to aj od toho, či stojíte rovno). Ak hodnotu na oboch váhach spočítate, mala by vám vyjsť vaša hmotnosť. Ak však stojíte na 1 nohe, pôsobíte na povrch väčším tlakom (tlak sa vyjadruje v jednotkách $N/m^2$ – Newton na meter štvorcový). Celá hmotnosť človeka je sústredená na 1 bod, konkrétne na jeho chodilo, tým pádom pôsobí na podložku väčším tlakom, ako keď stojí na dvoch nohách (Naylor a kol., 2021). Podobne je to aj na ľadovej ploche, napr. na zamrznutom jazere. V prípade, ak by ľad pod nami začal praskať, je vhodnejšie, keď si človek na ľadovú plochu ľahne, alebo sa pohybuje štvornožky. Tak rozloží svoju hmotnosť na viac bodov, ktoré sa dotýkajú plochy, ako keď stojí na 2 nohách. Týmto spôsobom zmenší pôsobenie tlaku na dotyčnú plochu a môže sa dostať z praskajúceho ľadu do bezpečia.

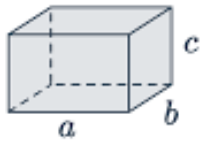
## Objem

Každý trojrozmerný objekt (3D) zaberá určitý priestor. Tento priestor sa meria z hľadiska jeho objemu. **Objem** objektu je teda množstvo priestoru, ktorý tento objekt vypĺňa. Označuje sa písmenom V a meria sa v kubických metroch, teda ako $m^3$ (základná jednotka podľa sústavy SI). Táto jednotka je však dosť nepraktická v každodennom živote, pretože označuje veľký objem. Často potrebujeme menšie vyjadrenie objemu v menších veľkostiach. V reálnom živote sa stretáme najmä s jeho vyjadrením v jednotkách ako napríklad liter (l), centimeter kubický ($cm^3$), mililiter (ml), deciliter (dcl) a pod. Uvádzame niekoľko používaných jednotiek na meranie objemu a ich prevod na iné jednotky:

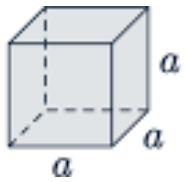
- liter [l] = 1 $dm^3$
- deciliter [dl] = 0,1 litra.
- centiliter [cl] = 0,01 litra.
- mililiter [ml] = 0,001 litra.
- hektoliter [hl] = 0,1 $m^3$ = 100 litrov

Vzorec pre matematický výpočet objemu sa líši v závislosti od tvaru, s ktorým pracujete. Objem kvádra a kocky sa dá vypočítať vynásobením jeho dĺžky × výšky × šírky:

V = a x b x c




V = a x a x a = $a^3$




Uvedené rovnice možno považovať za prvé základné rovnice, s ktorými sa stretávajú žiaci v základnej škole. Objem v matematike je skutočne dôležitý, pretože pomáha položiť základy pre ďalšie štúdium rovníc.

Pre zaujímavosť uvádzame aj vzorce pre výpočet guľových telies:

Objem gule = (4/3) × π × polomer³

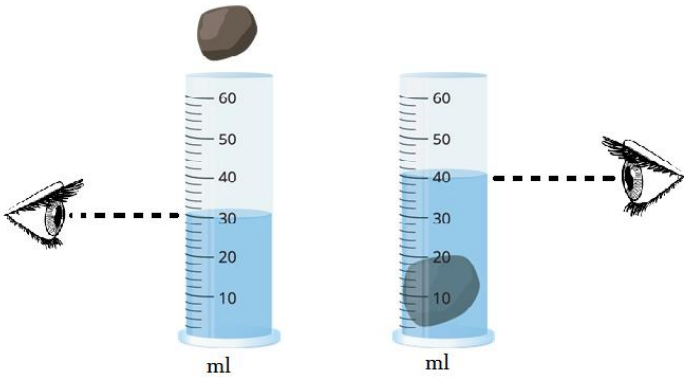
Objem valca = π × polomer² × výška

Výpočet objemu v matematike závisí nielen od tvaru objektu (kocka, kváder, guľa, atď.), ale aj od toho, s akou látkou pracujete. Najčastejšie sa žiaci v škole učia o výpočte objemu pevnej látky, ale je tiež možné vypočítať aj objem kvapalín a plynov.

Ak chceme zistiť objem štandardných, pevných 3D tvarov, na výpočet nám postačuje si vyhľadať správny vzorec (podľa tvaru objektu). Čo však v prípade, ak ide o neštandardný, nepravidelný tvar? Ako môžeme vypočítať/zistiť objem v tomto prípade? Môžeme siahnuť po iných spôsoboch, ktoré nám pomôžu sa dopracovať z zisteniu objemu takéhoto telesa.

Jedným spôsobom môže byť využitie **Archimedovho zákona**. Na prvý pohľad môže použitie tohto spôsobu vyzerať zložito. Avšak v skutočnosti ide o jednoduchý postup. Pokúsime sa ho ozrejmiť na príbehu o Archimedovi a vzniku jeho zákona. Príbeh hovorí o tom, ako panovník Hiero dal za úlohu slávnemu matematikovi Archimedovi zistiť, či jeho koruna bola vyrobená z čistého zlata alebo iného materiálu, ktorý bol len pozlátený. Archimedes však nemohol korunu zničiť či inak poškodiť, preto dlho premýšľal nad tým, ako by mohol odhaliť či bol panovník zlatníkom oklamaný, alebo nie. Raz, keď sa kúpal, dostal nápad. Keď vstúpil do vane, tak si všimol, že hladina vody stúpa. Z tohto pozorovania usúdil, že objem vytlačenej vody sa musí rovnať objemu časti jeho tela, ktorú ponoril. Od nadšenia vybehol nahý z vane a kričal po ulici: „Heuréka“ (t.j. Našiel som, Objavil som). Keďže poznal objem a hmotnosť kráľovskej koruny, dokázal určiť hustotu a potom ju porovnať s hustotou čistého zlata. Archimedes tak dokázal zistiť či bola kráľovská koruna vyrobená z čistého zlata, alebo nie.

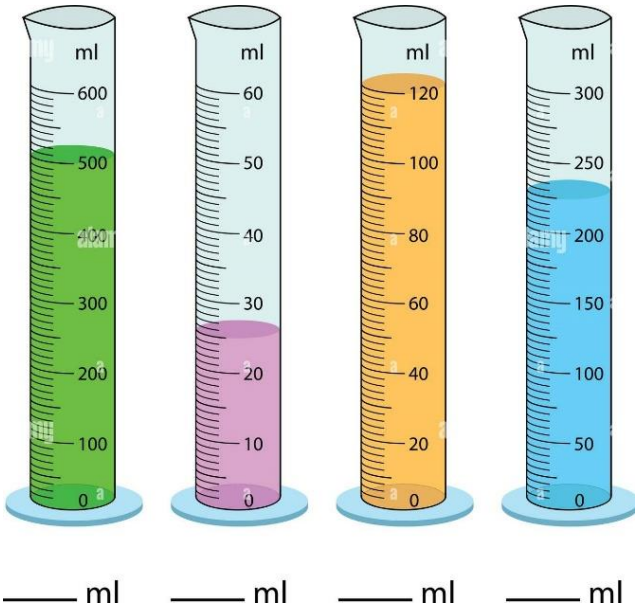
Vychádzajúc z tohto príbehu vieme využiť postup, ako vypočítať objem telesa nepravidelného tvaru. Budeme potrebovať nádobu s odmerkou, ktorá je väčšia ako skúmaný predmet. Môže to byť napríklad kadička, odmerný valec, alebo aj klasická kuchynská odmerka, ktorú využívame pri pečení. Ďalší postup je zrejmý z nasledujúceho obrázka:




**Obr.3** Meranie objemu (vlastné spracovanie)

Vidíme, že je potrebné zistiť objem vody v nádobe pred a po vpustení kameňa do nej. To znamená, že prvý odmerný valec ukazuje hodnotu 30ml a druhý 40ml. Objem kameňa zodpovedá hodnote 10ml (40ml-30ml = 10ml).

Pri „prečítaní“ hodnoty na odmernej nádobe je potrebné zistiť hodnotu jedného dielika. Ten zistíme podľa toho, aká je stupnica, resp. aké hodnoty zobrazuje. Pri pohľade na odmerné valce na nasledujúcom obrázku sa na prvý pohľad zdá, že ide o rovnaké nádoby. Všetky majú rovnaký tvar a vyjadrujú objem v mililitroch. Avšak dôležité je si uvedomiť, že každý odmerný valec má inú stupnicu. To znamená, že na to, aby sme mohli určiť hodnotu objemu kvapaliny v odmernom valci, je nutné, aby sme určili hodnotu jedného dielika. Pozorne si prezrite jednotlivé odmerné valce a určite objem v nich.



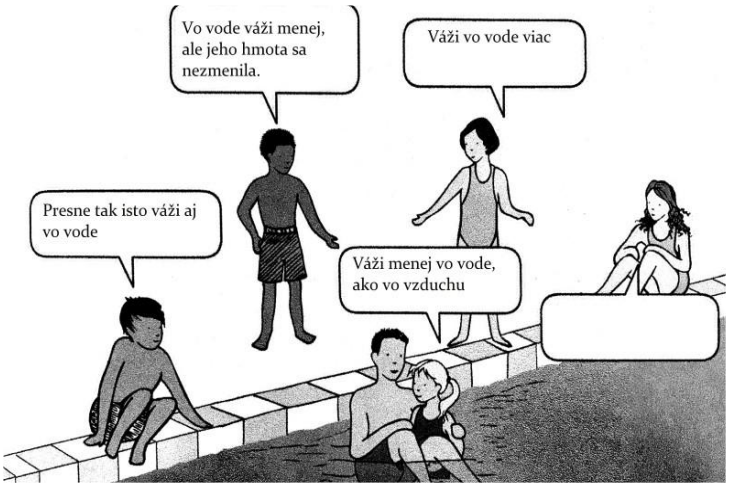

**Obr. 4** Meranie objemu (https://vamosarema.com/)

Ako sme už uviedli vyššie, dôležitým krokom je určenie hodnoty jedného dielika na stupnici odmerného valca. Prvý odmerný valec (zelená kvapalina) má stupnicu uvádzanú po hodnote 100. Začiatok je, samozrejme, na nule, za ktorou nasleduje prvá hodnota 100. To znamená, že hodnota jedného dielika je 10 (od nuly po 100 je 10 dielikov, a teda: 100/10= 10).

Pri ostatných odmerných valcoch postupujeme rovnakým spôsobom. Takže hodnota dielika pri druhom odmernom valci (ružová kvapalina) je 1 (10/10=1), pri treťom 2 (20/10=2) a pri poslednom 5 (50/10=5). Na základe poznania hodnoty jedného dielika v jednotlivých odmerných valcoch môžeme určiť objem kvapaliny v nich:

1. Zelená kvapalina = 500ml
2. Ružová kvapalina = 25ml
3. Oranžová kvapalina = 120ml
4. Modrá kvapalina = 225ml

Čo sa však deje s ponoreným predmetom vo vode? Mení sa jeho hmotnosť? Je ťažší alebo ľahší? Prezrite si nasledujúci obrázok a popremýšľajte, s ktorým výrokom by ste súhlasili a prečo.



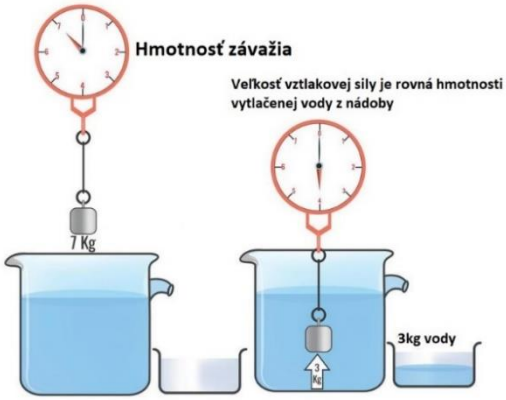

**Obr. 5** Concept cartoons© Mení sa hmotnosť vo vode? (Naylor a kol., 2021)

Na každého na zemi pôsobí gravitačná sila, ktorá priťahuje všetky predmety. Keď vložíme nejaký predmet do vody, jeho hmotnosť sa nezmení. Dôležitá je v tomto prípade iná sila, a to vztlaková, ktorá pôsobí proti smeru gravitačnej sily. Z toho dôvodu máme pocit, ako keby sme vo vode boli ľahší.

Opäť tento jav súvisí s Archimedovým zákon, ktorý znie:

*Na teleso ponorené do kvapaliny pôsobí hydrostatická vztlaková sila, ktorej veľkosť sa rovná tiažovej sile kvapaliny, s rovnakým objemom ako je objem ponorenej časti telesa.*

Asi každý si pamätá túto definíciu zo základnej školy. Avšak v prípade, ak ju máme vysvetliť vlastnými slovami, nastáva problém. Pokúsime sa ju vysvetliť na nasledujúcom obrázku:




**Obr. 6** Archimedov zákon ([https://www.vecteezy.com/vector-art/20240706-archimedes-principle-vector-illustration](https://www.vecteezy.com/vector-art/20240706-archimedes-principle-vector-illustration))

Na uvedenom obrázku môžeme vidieť, že ideme ponoriť závažie s hmotnosťou 7 kg do nádoby s vodou. Čo sa stane po jeho ponorení? Hladina vody samozrejme stúpne. Vystúpi presne o také množstvo, ktoré zodpovedá vztlakovej sile pôsobiacej na toto závažie. Pretože keď ponoríme do kvapaliny (v našom prípade vody) čokoľvek (na našom obrázku je to závažie), pôsobí kvapalina (voda) na jeho povrch určitou silou, ktorú označujeme ako **vztlaková sila.** Táto sila smeruje **smerom nahor** (na obrázku ju zobrazuje šípka pod ponoreným závažím s číslom 3 kg). Zároveň však na toto závažie pôsobí tiažová sila smerom nadol. To znamená, že na závažie s hmotnosťou 7 kg pôsobí smerom hore vztlaková sila veľkosti 3 kg. Tým pádom váhy pri druhej nádobe už ukazujú hmotnosť závažia 4 kg. Zároveň z tejto nádoby vytieklo množstvo vody, ktoré má hmotnosť 3 kg. Ide presne o také množstvo, ktoré zodpovedá veľkosti vztlakovej sily.

**Meranie objemu plynných látok** je zložitejšie, ako v prípade kvapalín. Dôvod je ten, že plynné skupenstvo je značne ovplyvnené teplotou a tlakom.

Plyny sú rozpínavé a vždy vyplnia objem celej nádoby, v ktorej sa nachádzajú. Ako teda môžeme zistiť objem plynu? Môžeme aj v tomto prípade využiť Archimedov zákon. Budeme potrebovať balón, ktorý naplníme plynom, ktorého objeme chceme zistiť. Naplnený balón uzavrieme a vložíme ho do nádoby s vodou, pričom je potrebné si zaznačiť objem vody pred a po umiestnení balónika.

Prípadne môžeme **vypočítať objem plynu** podľa vzťahu:

$V = m/\varrho$

Kde V je objem, m je hmotnosť a $\varrho$ je hustota plynu.

Prezrite si nasledujúci obrázok a popremýšľajte nad zobrazenou situáciou. S ktorým výrokom/výrokmi súhlasíte a prečo? Môžete vytvoriť aj vlastný výrok, ak nesúhlasíte ani s jedným:

**Obr. 7** Concept cartoons© Balón (Nalyor a Keogh, 2022)

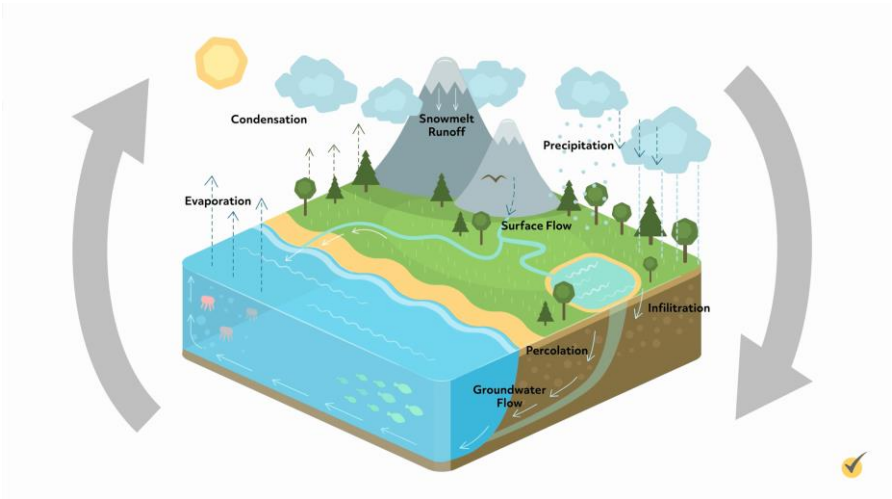
Už z detských čias vieme, že ak sme si kúpili balón na jarmoku, tak lietal, vznášal sa. Dôvodom bolo to, že bol naplnený héliom, ktoré má menšiu hustotu ako vzduch. Ak by sme balón s héliom zahriali napríklad fénom, jeho objem sa zväčší. To znamená, že rovnaká hmotnosť plynu naplní väčší objem. Týmto spôsobom sa jeho hustota zmenší a balón sa bude lepšie znášať vo vzduchu (rovnaký počet častíc sa bude pohybovať vo väčšom priestore). Ak by sme ho schladili (napríklad tak, že by sme ho dali do chladničky), nastane presný opak, ako pri situácii s použitím fénu.

## Voda

Voda je nevyhnutná súčasť živého sveta, pretože existencia života závisí priamo od vody. Z chemického hľadiska ide o anorganickú zlúčeninu pozostávajúca z dvoch atómov vodíka a jedného atómu kyslíka. Vyskytuje sa vo všetkých skupenstvách, t.j. v plynnom, kvapalnom a tuhom skupenstve. Je bez chuti a zápachu a má schopnosť rozpúšťať mnoho ďalších látok. Všestrannosť vody ako rozpúšťadla je skutočne nevyhnutná pre živé organizmy. V malých množstvách sa voda javí ako bezfarebná, ale voda má v skutočnosti modrú farbu spôsobenú miernou absorpciou svetla pri červených vlnových dĺžkach.

Voda pokrýva približne 70 % zemského povrchu. Okrem toho je súčasťou aj živých organizmov, v ktorých sa nachádza v rozmedzí od 60-99 % (bunka je tvorená 90 % vody). V organizmoch zastupuje nenahraditeľné úlohy, ako napr. termoregulácia, prenos látok, energie, a pod. Bod mrznutia vody je 0 °C a bod varu je 100 °C.

V hydrologickom cykle sa voda prenáša medzi zemským povrchom, oceánom a atmosférou.




**Obr. 8** Kolobeh vody v prírode
(https://diagramstrunov7kw.z21.web.core.windows.net/runoff-definition-water-cycle-diagram-labeled-k12-earth-science.html)

Voda sa za normálnych podmienok vyskytuje na povrchu Zeme ako kvapalina, čo ju robí neoceniteľnou pre dopravu, rekreáciu a ako biotop pre nespočetné množstvo rastlín a živočíchov. Vodné prostredie je najrozsiahlejšie – tvorí asi 73% zemskej biosféry.
Rozoznávame:

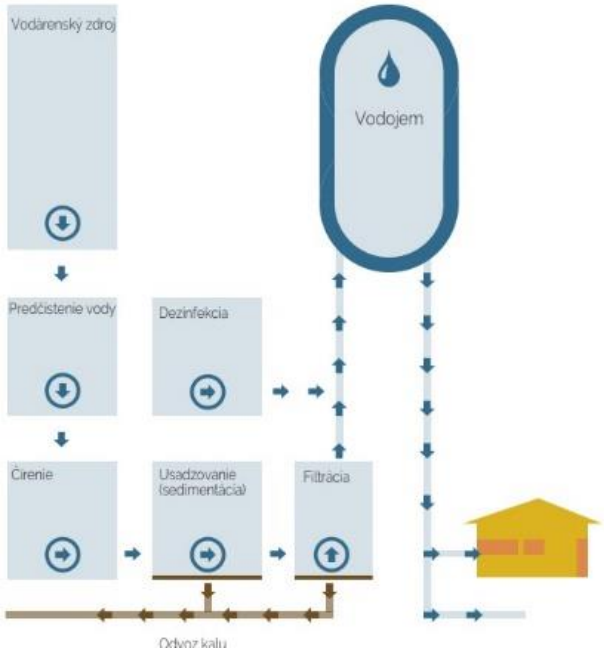
- Morskú vodu (70,8 % povrchu)
- Sladkú vodu (2 % povrchu) – prúdiaca (lotická)/stojatá (lentická)
- Brakickú vodu – tvorí prechod medzi sladkou a slanou vodou.

Skutočnosť, že voda sa ľahko mení na paru (plyn), umožňuje jej transport cez atmosféru z oceánov do vnútrozemských oblastí, kde kondenzuje a ako dážď poskytuje výživu pre rastlinný a živočíšny život.

Voda na povrchu Zeme sa nachádza hlavne v jej oceánoch (97,25 %) a polárnych ľadovcoch a ľadovcoch (2,05 %), pričom zostatok je v sladkovodných jazerách, riekach a podzemných vodách.

**Schéma systému úpravy vody**

Z povrchových vodných zdrojov alebo z podzemných vodných zdrojov je voda získavaná na účely úpravy na pitnú vodu. Na Slovensku máme dokopy asi 1620 prameňov, pričom však nie všetky z nich sú pitné a mineralizované. Využívané pramene sú na našom území v počte 23 (na porovnanie je v ČR takýchto prameňov len 10, v Nemecku 883). Prečo nie sú ale všetky naše pramene pitné? Hlavným dôvodom je znečistenie, a to povrchovými vodami a ľudskou činnosťou. Voda z nich sa však využíva pre iné užitočné činnosti. Napríklad tie termálne, ktorých je spolu 123, využívame na liečebné a relaxačné účely.




**Obr.9** Schéma úpravy vody
(https://old.enviroportal.sk/uploads/files/Zeleny%20rast/domacnost2.pdf)

To, ako sa voda dostane až k nám do domácnosti, znázorňuje obrázok, na ktorom je táto cesta schematicky znázornená. Zo zdroja vody voda putuje do úpravne vody, kde sa upravuje **chemicky**, ale aj **mechanicky**, napríklad filtráciou cez pieskové filtre. Následne je potrebné vodu **dezinfikovať**, t.j. zbaviť ju mikroorganizmov. Táto dezinfekcia sa realizuje najčastejšie pomocou chlóru, kedy sa do vody pridá malé množstvo chlóru, ktoré je pre ľudí neškodné.

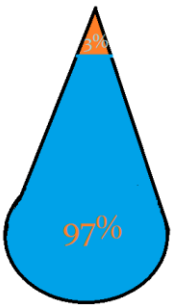
Voda potom putuje do vodojemu, kde sa voda zhromažďuje a dopravuje do domácností. Raz voda z takého vodojemu tečie dole kopcom (gravitačne), inokedy ju treba potrubiami tlačiť do veľkých výšok. Cesta vody sa však nekončí v našich domácnostiach. Voda ďalej putuje, avšak po jej použití hovoríme už do **odpadovej vode.**

**Fyzikálno-chemické vlastnosti vody**

Pri vode a jej vlastnostiach hovoríme o nasledujúcich parametroch, ktoré si v nasledujúcom texte stručne vysvetlíme:

- Salinita
- Hustota vody
- Viskozita
- Povrchové napätie
- Hydrostatický tlak
- Priepustnosť svetla
- Teplota
- Reakcia vody
- Chemické zloženie
- Skupenské premeny

**Salinita** vody – označenie salinita sa spája so slovom soľ/slaný. To znamená, že pri tejto vlastnosti sa dozvedáme o obsahu soli (minerálnych látok) vo vode, ktorý závisí od polohy a geologického podkladu. Logicky, slané moria a oceány vykazujú vyššiu salinitu (približne okolo 35-40 promile), pričom prítomnosť minerálnych látok (solí) v sladkej vode sa pohybuje v rozmedzí 0,05-0,4 promile. Rozdiel však medzi sladkou a slanou vodou je jednak v obsahu solí, ale aj vo forme. V slanej, morskej vode sa nachádza najmä chlorid sodný (sodík a chlór, viac ako 80 %) a v sladkej sú to uhličitany.



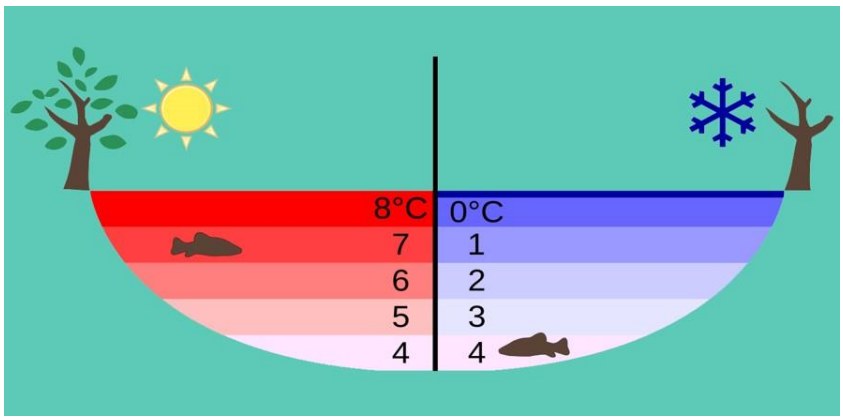

Slaná a sladká voda majú rôzne zastúpenie na zemskom povrchu. Slaná voda, ktorá je na Zemi reprezentovaná oceánmi a morami, predstavuje až 97 % celkovej vody na Zemi. Ostatné 3 % prislúchajú sladkej vode (rieky, jazerá, a pod.).

**Hustota** vody má hodnotu 1000 kg/m³ a je 775-krát vyššia než hustota vzduchu a tým ovplyvňuje tvar a stavbu tela, ako aj pohybové orgány organizmov žijúcich vo vode. Hustota vody sa mení v závislosti od teploty:

**Tab. 3** Hustota vody pri rôznej teplote

| *Teplota [°C]* | *Hustota [kg/m3]* |
|---|---|
| 0 | 999.8 |
| 4 | 1000 |
| 10 | 999.7 |
| 20 | 998,2 |
| 50 | 988.1 |
| 80 | 971.8 |
| 100 | 958.4 |

Z tabuľky je jasné, že voda má najvyššiu hustotu pri 4°C. Každá látka, ktorá sa nachádza v pevnom skupenstve, má zvyčajne aj vyššiu hustotu, ako keď je napr. v kvapalnom skupenstve. Voda sa však správa inak, pretože najväčšiu hustotu nemá v pevnom skupenstve (t.j. pri 0°C), ale pri 4°C. Tento jav sa označuje ako **anomália vody**, ktorý zabezpečuje život vo vode počas zimy. Voda si na dne stojatých vodných plochách udržuje stálu teplotu 4°C, vďaka ktorej nezamrzne a cez zimu sa tu zdržujú všetky organizmy žijúce vo vode.




**Obr. 10** Anomália vody (http://kapo.topindex.sk/id226/tuhnutie.html)

Ak by zmrznutá voda mala väčšiu hustotu, tak by ľadové kryhy neplávali na hladine, ale padli by na dno. Ľad má naopak väčší objem ako voda v kvapalnom skupenstve. Keď sa topí, tak svoj objem zmenšuje a pri tuhnutí zväčšuje (ak by ste dali do mrazničky vodu s fľašou môže sa stať, že fľaša mrazničke praskne).

**Viskozita** vody charakterizuje vnútorné trenie tekutiny a závisí najmä na príťažlivých silách medzi časticami. Kvapaliny s väčšou príťažlivou silou majú väčšiu viskozitu. Väčšia viskozita znamená väčšie brzdenie pohybu kvapaliny alebo telies, ktoré vložíme do tejto kvapaliny. Môžeme sem zaradiť napríklad med, ktorý v porovnaní s vodou tečie pomalšie. Na viskozitu vplýva teplota, resp. viskozita závisí od teploty. Ak zvyšujeme teplotu kvapaliny, jej viskozita klesá. Pri teplote 0 °C je viskozita vody 2-krát väčšia ako pri teplote 25 °C. Viskozita sa v bežnom živote často zamieňa s hustotou. Mnoho ľudí označí olej alebo med za hustý, alebo že má väčšiu hustotu ako voda. Ide o slovnú hračku, ktorá však vo fyzikálnom svete nie je korektná. Je pravda, že ak by sme chceli miešať napríklad spomínaný olej vo veľkom hrnci varechou (pri

izbovej teplote), asi by nám to išlo ťažšie, ako keď by sme miešali vodu v hrnci. Človek označí tento olej za hustý, alebo že má väčšiu hustotu ako voda. Avšak ak by sme olej naliali do vody, tak vieme, že olej na vode pláva (bežne sa s tým stretávame napr. pri klasickom vývare – mastné oká plávajú na vrchu polievky v tanieri). To znamená, že olej má menšiu hustotu ako voda (preto pláva na povrchu), ale má väčšiu viskozitu v porovnaní s vodou.

**Obr.11** Viskozita kvapalín (https://encyklopediapoznania.sk/clanok/7357/viskozita-supratekuty-stav)

**Povrchové napätie** vzniká na rozhraní medzi kvapalným a plynným prostredím zvýšenou súdržnosťou molekuly vody. Ide o druhé najväčšie napätie z bežných látok.
Hovoríme o tzv. povrchovej „blanke“, ktorú využívajú rôzne organizmy:

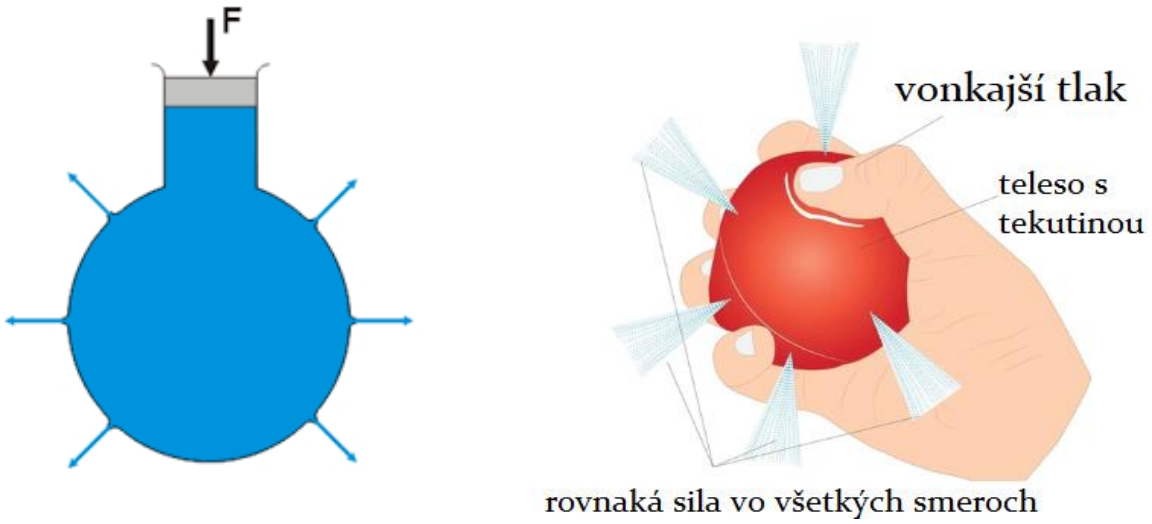
- *Epineustické druhy* – využívajú povrchovú blanku ako podklad, napr. korčuliarky
- *Hyponeustické druhy* – o povrchovú blanku sa opierajú alebo zavesujú (kladenie vajíčok komár anopheles)

**Obr. 12** Korčuliarka obyčajná (https://www.nahuby.sk/obrazok_detail.php?obrazok_id=44720)

Povrchové napätie vody klesá s rastúcou teplotou. Taktiež ho dokážeme znížiť pridaním pracieho prostriedku alebo saponátu. To znamená, že ak by sme do nádoby s vodou, v ktorej sa „korčuľuje“ korčuliarka, pridali kvapku saponátu, korčuliarka by sa už na hladine neudržala a utopila by sa.

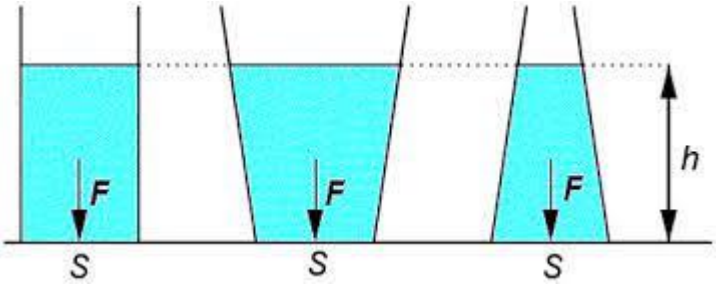
**Pranie a povrchové napätie.** Pri praní je najdôležitejšie to, aby sa uvoľnila špina z látky. Avšak pracie prostriedky nevyčistia špinu, ale znížia povrchové napätie roztoku, aby bol schopný preniknúť do oblečenia. Nečistoty na našom oblečení sú hydrofóbne, tzn., že nemajú rady vodu, preto ich nedokáže rozpustiť. Ak však do vody pridáme chémiu, ktorá je hydrofilná (spája sa s hydrofóbnymi časťami), tak dokážeme rozpustiť nečistoty a odstrániť ich z odevov.

**Tlak v tekutinách** je z fyzikálneho hľadiska definovaný ako podiel sily F a plochy S, na ktorú sila pôsobí kolmo. Plocha môže byť na povrchu tekutiny (vonkajší tlak), alebo vo vnútri tekutiny (vnútorný tlak). Ak je tlak vyvolaný vonkajšou silou na povrch tekutiny, tak tlak je vo vnútri kvapaliny v každom mieste a vo všetkých smeroch rovnaký. Veľkosť tlakovej sily závisí len od veľkosti tlakovej sily a od veľkosti plochy, na ktorú táto sila pôsobí (nezávisí od hustoty a od hĺbky). Hovoríme o Pascalovom zákone. V bežnom živote sa s ním stretávame napr. v hydraulickom lise.




**Obr. 13** Pascalov zákon (lihttps://www.vecteezy.com/vector-art/43070503-pascal-s-law-fluid-pressure-equality; upravené autorom)

**Hydrostatický paradox** – tri nádoby, rôzny tvar, rovnako veľká plocha dna S a v nich rovnaká kvapalina s rovnakou výškou. Bude vo všetkých nádobách pôsobiť rovnaká alebo odlišná hydrostatická tlaková sila? Bude rovnaká, pretože veľkosť hydrostatickej tlakovej sily nezávisí od tvaru a celkového objemu kvapaliny v nádobe.

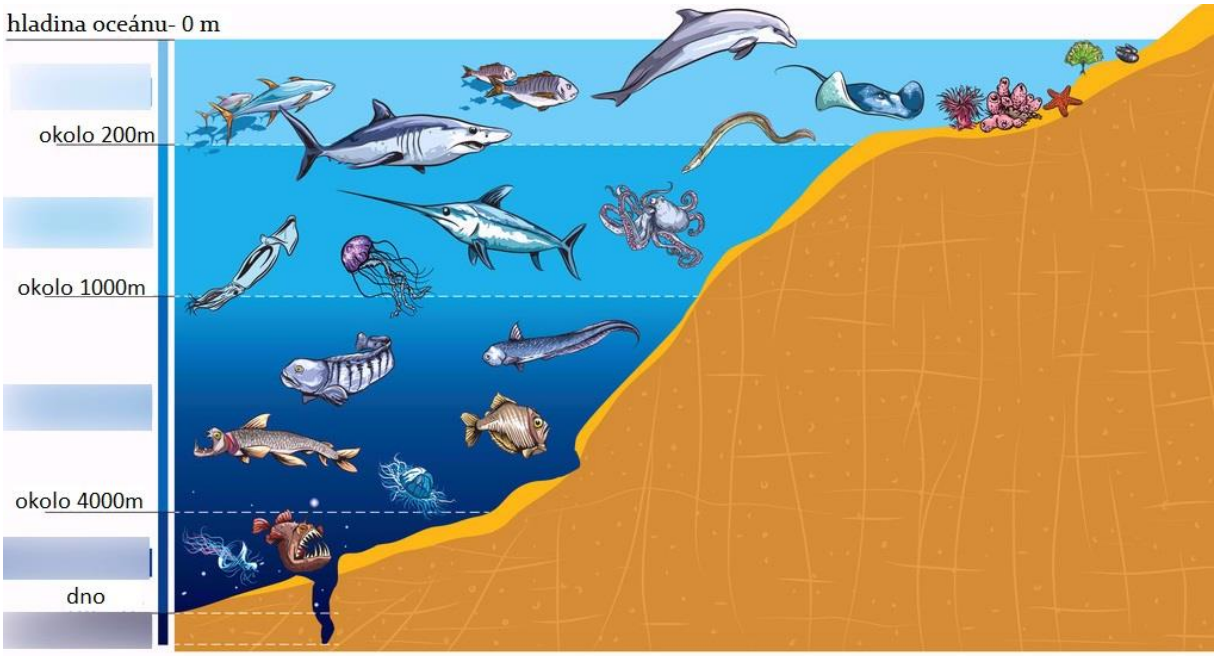



**Obr. 14** Hydraulický paradox ([https://encyklopediapoznania.sk/clanok/7520/hydrostaticky-tlak-hydrostaticky-paradox](https://encyklopediapoznania.sk/clanok/7520/hydrostaticky-tlak-hydrostaticky-paradox))

Vo všetkých nádobách je rovnaká kvapalina a hydrostatická tlaková sila pôsobiaca **na rovnaké plochy dna** je vo všetkých prípadoch rovnaká, hoci množstvá kvapaliny, a tým aj ich tiaže v týchto nádobách, sú rôzne.

Hydrostatický tlak rastie s hĺbkou každých 10m o 1 kilopond. So zvyšujúcim sa tlakom sa zvyšuje aj rozpustnosť $CO_2$, a tým aj vápnika a vápenatých solí. Vodné živočíchy znášajú zvýšenie tlaku do istej miery (voda je nestlačiteľná). Nebezpečné sú pre ne náhle zmeny tlaku – väčšiu odolnosť majú živočíchy, ktoré nemajú v tele priestory vyplnené vzduchom.

**Priepustnosť svetla** závisí od hĺbky. To znamená, že s väčšou hĺbkou ubúda intenzita svetla a mení sa jeho spektrálne zloženie (súvisí to ďalej s javmi ako napr. odraz svetla na hladine, adsorpcia svetla, atď. ). Priehľadnosť vody znižuje aj zákal.




**Obr. 15** Priepustnosť svetla v oceáne (https://88guru.com/library/biology/aquatic-ecosystem; upravené autorom)

Svetlo sa dostane iba do určitej hĺbky. Modré svetlo sa dostane do hĺbky 45 m a v hĺbke 200 m je už úplná tma. Okrem znižovania intenzity svetla, s rastúcou hĺbkou klesá aj teplota vody. V každej zóne sa nachádzajú rôzne formy života, ktoré sa prispôsobili životu v danej hĺbke:

- **Zóna svetla (0m-200m)** – v tejto zóne prebieha fotosyntéza. Nachádzame tu rozmanité organizmy, či už rastliny a živočíchy. Najviac obývaná zóna, nájdeme tu napr. delfíny, koraly, slede, žraloky, raje a pod.
- **Zóna šera (200m-1000m)** – v tejto zóne už nachádza úplná tma. Vyskytujú sa tu však mnohé živočíchy, ktoré sa živia lovom iných druhov, ako napr. osmonoh, medúza, veľzubec, kalmár a pod.
- **Zóna tmy (1000m-4000m)** – v tejto hĺbke sa nenachádza žiadne svetlo, s výnimkou svetla pochádzajúceho z rôznych živočíchov, ktoré tu žijú. Môžeme tu nájsť napr. niektoré druhy veľrýb, veľhltaniara, ohavca, niektoré druhy medúz, cykloton a pod.

- **Abysálna zóna (4000m-6000m)** – oblasť, v ktorej sa nachádza obrovský tlak. Vyskytuje sa tu chudobné rastlinstvo zastúpené niektorými formami baktérií a saprofytickými riasami.
- **Hadálna zóna (od 6000m)** – takáto hĺbka sa vyskytuje len v oceánskych priekopách. Najmenej preskúmané oblasti, s extrémne vysokým tlakom a nízkymi teplotami. Avšak aj v tejto zóne nachádzame život, napr. veslonôžky a pod.

**Teplota vody** má výrazný vplyv na fyzikálne a chemické vlastnosti vody, najmä rozpustnosť vody pre elektrolyty a plyny, mernú hmotnosť, viskozitu, obsah kyslíka, ako aj na organizmy.

Obsah **kyslíka** vo vode je premenlivý. Zdrojom kyslíka vo vode je vzduch a rastliny. Okrem kyslíka je vo vode **oxid uhličitý** (jeho koncentrácia vo vode je väčšia ako vo vzduchu a smerom do hĺbky narastá = prevažuje dýchanie nad fotosyntézou) a **sírovodík** (vyskytuje sa tam, kde sa spotrebúva kyslík a kde anareóbne baktérie spotrebúvajú organickú hmotu).

## Hmota a jej premeny

Hmota môže existovať ako pevná látka, kvapalina alebo plyn (alebo plazma) a môže sa meniť mnohými spôsobmi. Tieto zmeny môžeme rozdeliť podľa povahy na fyzikálne a chemické.
**Fyzikálne zmeny** sú také, pri ktorých sa mení tvar, veľkosť alebo stav hmoty, ale látka je stále v podstate rovnaká. Keď napríklad krájame zeleninu, alebo keď sa topí ľad, ide o fyzikálne zmeny.
**Chemické zmeny** sú tie, pri ktorých sa jedna alebo viac látok kombinuje, aby vznikla nová látka. Na konci chemickej zmeny vzniká nová látka. Keď pečieme chlieb alebo keď pálime drevo, ide o chemické zmeny.

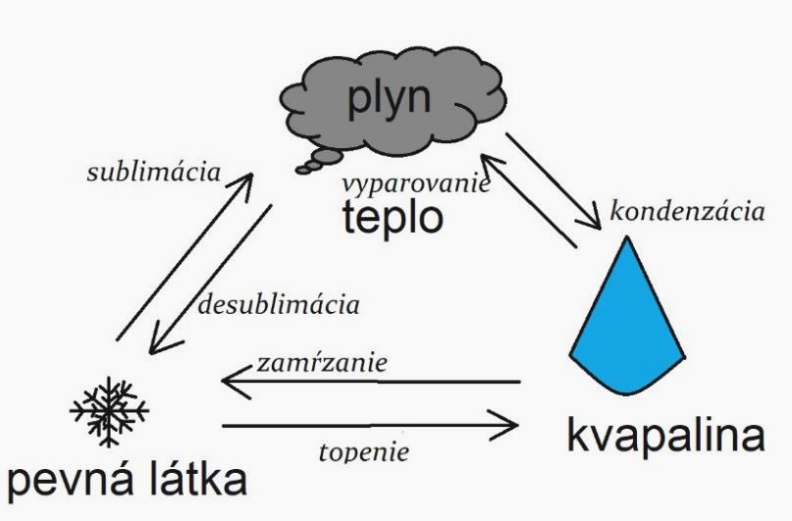
Každá látka sa skladá z mikroskopických častíc (atómov, molekúl), ktorých „správanie“ sa líši podľa toho, v akom sa nachádzajú skupenstve (stave). Mieru tohto „správania sa“ tiež ovplyvňujú stavové veličiny, ako je teplota a tlak. Zmenou stavu sa však množstvo týchto mikročastíc nemení. Jediné, čo sa mení, je ich vnútorná štruktúra:

- **Pevné skupenstvo** – častice sú úzko zomknuté a zvyčajne usporiadané v pravidelnom vzore. Keďže sú usporiadané v tesnom spojení, mikročastice sa nepohybujú a pevná látka vibruje (chveje sa). Tzn., že pevné látky sa ťažko deformujú či ohýbajú. Pevné látky majú určitý tvar, ako aj hmotnosť a objem a nezodpovedajú tvaru nádoby, v ktorej sú umiestnené. Majú tiež vysokú hustotu (s výnimkou vody – viď. anomália vody, str.17).
- **Kvapalné skupenstvo** – častice v kvapalinách sú blízko seba bez pravidelného usporiadania. Okrem toho sa pohybujú a kĺžu okolo seba, pretože sily pôsobiace medzi časticami sú slabšie, čo dáva kvapaline neurčitý tvar. Preto sa kvapalina prispôsobí tvaru nádoby. Podobne ako pevné látky, aj kvapaliny (väčšina z nich má nižšiu hustotu ako pevné látky) je neuveriteľne ťažké stlačiť.
- **Plynné skupenstvo** – častice v plyne sú oddelené a bez pravidelného usporiadania. Ich pohyb je voľný a značne rýchly (majú vysokú kinetickú energiu). Plyn nemá presne stanovený tvar ani objem. Ak nie sú obmedzené, častice plynu sa budú šíriť donekonečna; ak sú uzavreté, plyn sa roztiahne a naplní nádobu. Keď sa plyn dostane pod tlak zmenšením objemu nádoby, priestor medzi časticami sa zmenší a plyn sa stlačí.

**Obr. 16** Zmena skupenstva (https://www.teachoo.com/12532/3423/Properties-of-Solids--Liquids--Gases/category/Concepts/; upravené autorom)

**Zmena skupenstva**

Zmena skupenstva sa udeje pridávaním/odoberaním energie. Napríklad pridanie tepelnej energie (tepla) do kvapalnej vody spôsobí, že sa z nej stane para (plyn). Ak odstránime energiu z tekutej vody (kvapalnej), tak sa z nej stane ľad (pevná látka). Tieto zmeny môžu byť spôsobené aj **pohybom** a **tlakom.**
Z fyzikálneho hľadiska však neexistuje chlad, respektíve nehovoríme o chlade ako opaku tepla. Chlad je len nedostatok tepla, pretože **teplo smeruje k chladnejšiemu telesu** a tak stráca energiu, t.j. chladne. Táto výmena sa odohráva dovtedy, kým sa teploty nevyrovnajú.




**Obr. 17** Schéma zmeny skupenstva

Uvedený obrázok znázorňuje skupenské premeny medzi jednotlivými stavmi, t.j. skupenstvami. V ďalšom texte tieto procesy bližšie ozrejmíme.

**Topenie a tuhnutie** – keď na pevnú látku pôsobí teplo, jej častice začnú rýchlejšie vibrovať a vzďaľujú sa od seba. Keď látka dosiahne určitú kombináciu teploty a tlaku (t.j. svoju teplotu topenia), pevná látka sa začne topiť a meniť sa na kvapalinu. Keď sú dva stavy hmoty (napr. pevná látka a kvapalina) v rovnovážnej teplote a tlaku, dodatočné teplo pridané do systému

nespôsobí zvýšenie celkovej teploty látky, kým celá vzorka nedosiahne rovnaký fyzikálny stav. Napríklad, ak by sme dali ľad do pohára s vodou a nechali ho vonku pri izbovej teplote, ľad a voda nakoniec dosiahnu rovnakú teplotu. Keď sa ľad topí teplom pochádzajúcim z vody, zostane na 0°C až kým sa celá kocka ľadu neroztopí a potom bude pokračovať v otepľovaní.

**Sublimácia** je proces, kedy sa tuhá látka premení priamo na plyn bez toho, aby prešla kvapalnou fázou. Môže k tomu dôjsť buď vtedy, keď sa teplota rýchlo zvýši nad bod varu (bleskové odparovanie), alebo keď sa látka „vymrazením“ ochladzuje vo vákuu. Niekoľko prchavých látok podlieha sublimácii pri izbovej teplote a tlaku, ako napríklad suchý ľad.

**Vyparovanie** je proces, kedy sa kvapalina mení na plyn. Pretože častice kvapaliny sú v neustálom pohybe, často sa navzájom zrážajú. Každá zrážka tiež spôsobuje prenos energie a keď sa dostatok energie prenesie na častice v blízkosti povrchu, môžu byť úplne vyrazené z kvapaliny ako voľné častice plynu. Kvapaliny sa pri vyparovaní ochladzujú, pretože energia prenášaná na povrchové molekuly, ktorá spôsobuje ich únik, je unášaná spolu s nimi. Čo však v prípade, keď voda vrie? Prezrite si nasledujúci obrázok a zamyslite sa nad jednotlivými výrokmi. S ktorým výrokom/výrokmi by ste súhlasili a prečo?

**Obr. 18** Concept cartoons© Keď voda vrie (Keogh a Naylor, 2000)

Ľudia si častokrát myslia, že kvapalina vrie len na povrchu. Toto tvrdenie je spojené s tým, čo vidíme, keď voda vrie. Voda však vrie na dne hrnca, pretože tam je zdroj zahrievania. Vo vriacej vode sa tvoria bublinky vodnej pary. K tomu dochádza, keď častice kvapalnej vody získajú dostatok energie na to, aby úplne prekonali príťažlivú silu medzi sebou a zmenili sa na plynné skupenstvo. Bublinky stúpajú cez vodu a unikajú z hrnca ako para.

**Kondenzácia** nastáva vtedy, keď plyn stráca energiu, častice sa spájajú a vytvárajú kvapalinu. Kedy ale vodná para kondenzuje? Vyberte výrok/výroky na nasledujúcom obrázku, s ktorým súhlasíte. Odpoveď odôvodnite.

**Obr. 19** Concept cartoons© Kedy vodná para kondenzuje? (Naylor a kol., 2021)

Na uvedenom obrázku sa rieši problém, kedy nastáva kondenzácia a čo to vlastne je. S týmto procesom sa stretávame bežne. Napríklad, keď si dáte teplú sprchu v kúpeľni, zrkadlo sa pravdepodobne zahmlí. Alebo v prípade, keď cez zimu cestujete autom, okná sa môžu rosiť. Prečo? Časť horúcej vody zo sprchy sa vyparí a pri kontakte s chladnejšími povrchmi, ako je zrkadlo, sa ochladzuje a stráca energiu. Chladnejšie častice vody už nemajú energiu na to, aby prekonali príťažlivé sily medzi nimi. Spájajú sa a tvoria kvapôčky tekutej vody (Naylor a kol., 2021).

Plyny pri ochladzovaní menia skupenstvo. Keď vodná para narazí na studený povrch, zmení sa na kvapalnú vodu a vytvorí na studenom povrchu drobné kvapky vody. Ak je teplota povrchu nižšia ako 0°C, vodná para sa môže zmeniť priamo na ľad bez toho, aby prešla kvapalnou fázou. Tento proces nazývame **desublimácia**.

**Rozpúšťanie a topenie**

Uvedené pojmy sa často v bežnom jazyku zamieňajú, resp. stotožňujú. Cukor, ktorý sa nám rozpustil v čaji, označujeme za roztopený, alebo nanuk položený na stole sa rozpustil. Avšak medzi uvedenými označeniami je rozdiel, pričom ide o 2 rôzne procesy.

Niektoré látky sa po zmiešaní s vodou **rozpustia**. Tieto látky vo vode už nevidíme. Ale ak by sme túto vodu ochutnali, zistili by sme, že chutí inak. Je to tým, že tieto látky sú stále tam, ale častice sú také malé, že ich už nevidíme. Je to preto, že rozpustená látka sa rozpadá z väčšieho kryštálu molekúl na oveľa menšie častice alebo jednotlivé molekuly. Látka sa zmieša s vodou a vytvorí sa priehľadná kvapalina nazývaná **roztok**.

**Rozpúšťanie** je proces, pri ktorom sa rozpustená látka (látka, ktorá sa rozpúšťa) zmieša s rozpúšťadlom (látka, ktorá rozpúšťa) za vzniku roztoku. Tento proces sa považuje za fyzikálnu

zmenu (nie chemickú), pretože nemení chemické zloženie príslušných látok. Molekuly rozpustenej látky a rozpúšťadla jednoducho interagujú a šíria sa, ale nevytvárajú nové látky.

Pri chemickej zmene látka alebo látky podliehajú chemickej reakcii, ktorej výsledkom je vytvorenie novej látky s rôznymi vlastnosťami. Toto však nie je prípad, keď sa látka rozpúšťa. Napríklad, keď sa cukor rozpustí vo vode, molekuly cukru sa jednoducho rozptýlia vo vode; nereagujú s molekulami vody za vzniku novej látky. Cukor a voda môžu byť tiež opäť oddelené **odparovaním**, čo ďalej dokazuje, že nenastala žiadna chemická zmena.

Je dôležité uviesť, že aj keď rozpúšťanie môže byť niekedy sprevádzané pozorovateľnými zmenami, ako je zmena farby, tieto neindikujú chemickú zmenu. Tieto zmeny sú spôsobené interakciami medzi molekulami rozpustenej látky a rozpúšťadla, nie zmenou ich chemickej identity.

**Rýchlosť rozpúšťania** sa týka toho, ako rýchlo sa rozpustená látka rozpúšťa v rozpúšťadle. Môže byť ovplyvnená tromi faktormi, a tými sú teplota rozpúšťadla, premiešavanie/miešanie roztoku a od veľkosti častíc.

*A) Teplota*

Teplota môže ovplyvniť častice a rýchlosť, ktorou sa látky rozpúšťajú. Zahriatie vody urýchli proces rozpúšťania. Pridaná energia v horúcej vode spôsobuje, že molekuly vody sa pohybujú rýchlejšie, čo urýchľuje rozpúšťanie.

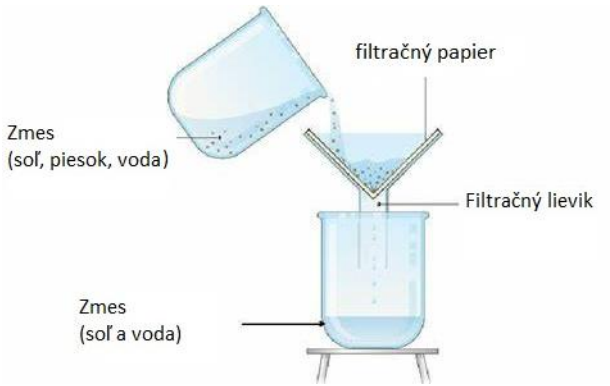
*B) Miešanie*

Miešanie môže tiež zvýšiť proces rozpúšťania látky. Keď zmiešate rozpustenú látku, látka sa rozdelí a vystaví sa väčšiemu povrchu, čím sa urýchli čas potrebný na rozpustenie. Miešací pohyb tiež zvyšuje kinetickú energiu, čo zvyšuje teplotu roztoku.

*C) Veľkosť častíc*

Rýchlosť rozpúšťania látky závisí od veľkosti častíc. Čím sú tieto častice menšie, tým rýchlejšie sa látka rozpustí. Pre dané množstvo rozpustenej látky majú menšie častice väčší povrch. S väčším povrchom môže dôjsť k väčšiemu kontaktu medzi časticami rozpúšťadla a rozpustenej látky, čo spôsobí rýchlejšie rozpustenie.

Zmes látok možno oddeliť aj **filtráciou**, ktorú možno vysvetliť ako proces oddelenia nerozpustných zložiek zmesí. Príkladom je piesok a slaná voda. Ak túto zmes prelejeme cez sitko alebo filter, častice slanej vody, ktoré sú menšie ako častice piesku, prekĺznu cez otvory. Piesok, ktorý je väčší, však nie. Voda, ktorá pretečie cez sitko, sa nazýva **filtrát**.




**Obr. 20** Filtrácia ([https://studyrocket.co.uk/revision/gcse-chemistry-combined-science-aqa/combined-science-atomic-structure/separating-techniques](https://studyrocket.co.uk/revision/gcse-chemistry-combined-science-aqa/combined-science-atomic-structure/separating-techniques))

Ozrejmili sme, čo je rozpúšťanie. Vplýva rozpúšťanie na zmenu objemu? Inými slovami, keď pridáme kocky cukru do čaju, zmení sa jeho objem? Bude čaju viac, alebo sa jeho objem nezmení? Prezrite si obrázok s rôznymi názormi na túto situáciu a rozhodnite sa, s ktorým súhlasíte a prečo.

**Obr. 21** Concept cartoons© Čo sa stane, keď veci zmiznú? (Naylor a kol., 2021)

Ako sme už uviedli vyššie, rozpúšťaním látka nezmizne – aj keď ju voľným okom už nevidíme (napr. cukor v čaji). Dôkazom jeho prítomnosti je to, že čaj je sladký. Keď vložíme cukor do čaju, spočiatku sa jeho objem zväčší, pretože v čaji zaberá nejaký priestor. Navyše, medzi kryštálmi, z ktorých pozostáva, sa nachádza vzduch. Ako sa však cukor rozpúšťa, kryštály z ktorých je vyrobený sa rozpadajú na menšie častice, ktoré sa miešajú s vodou. Keď sa častice vody a cukru zhlukujú bližšie k sebe, tak sa celkový objem kvapaliny zmenšuje. Z toho dôvodu je objem tejto zmesi (cukor a čaj) menší po rozpustení cukru v porovnaní hneď po vložení cukru do čaju.

**Topenie** zahŕňa zmenu fyzikálneho stavu látky z pevnej látky na kvapalinu bez použitia rozpustenej látky alebo rozpúšťadla. Aby sa niečo malo rozpustiť, musia existovať dve látky – rozpustená látka a rozpúšťadlo, zatiaľ čo na topenie niečoho je potrebná len jedna látka.

**Otázky a úlohy:**

1. Vysvetlite rozdiel medzi hmotnosťou a tiažou.
2. Ako by ste dokázali zistiť objem predmetu, ktorý má nepravidelný tvar (napr. klinca)?
3. Objasnite, ako sa voda dostane až k nám domov, do vodovodného kohútika.
4. Čo rozumieme pod pojmom anomália vody? Ozrejmite dôležitosť tohto javu v prírode.
5. Objasnite na príklade, aký je rozdiel medzi viskozitou a hustotou kvapaliny.
6. Vysvetlite skupenské premeny.
7. Aký je rozdiel medzi rozpúšťaním a topením?

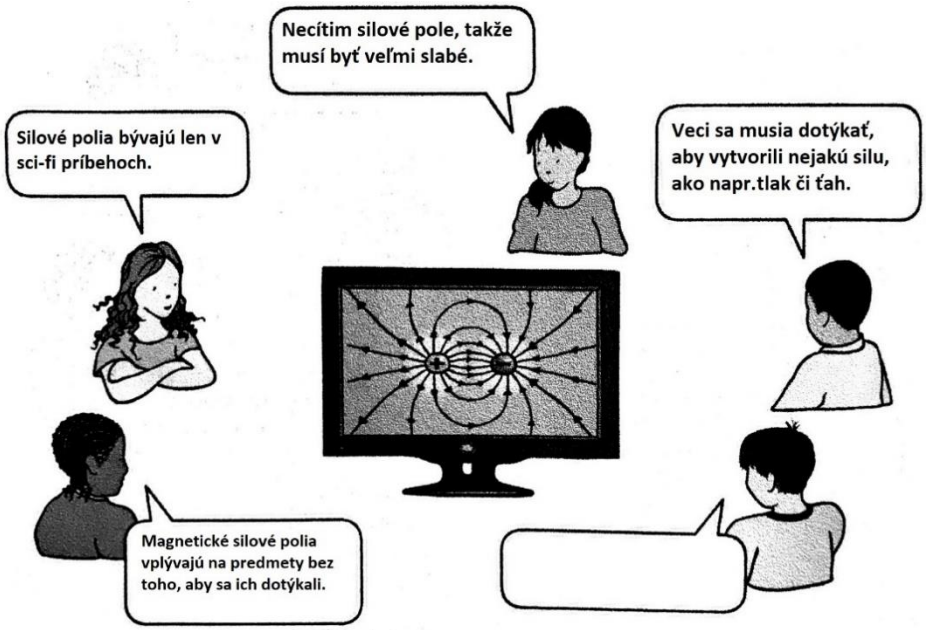
# 2 Interakcie

**Objekty môžu ovplyvňovať iné objekty na diaľku**

Všetky predmety majú vplyv na iné predmety bez toho, aby s nimi boli v kontakte. V niektorých prípadoch sa šíri účinok pôsobenia od zdroja k objektu vo forme žiarenia (napr. viditeľné svetlo). V iných prípadoch sa pôsobenie na diaľku vysvetľuje z hľadiska pôsobenia poľa medzi objektmi, ako je magnetické, elektrické alebo gravitačné pole. Gravitácia je univerzálna sila príťažlivosti medzi všetkými predmetmi, bez ohľadu na to, či sú veľké alebo malé. Gravitácia taktiež udržuje planéty na obežnej dráhe okolo Slnka a zapríčiňuje pád objektov smerom do stredu Zeme.

To znamená, že ide o pôsobenie objektov na diaľku, t.j. ich ovplyvňovaní prostredníctvom nejakej sily cez určitý priestor. Keďže nejde o uchopiteľný jav (magnetickú či gravitačnú silu nevidíme), je možné pozorovať len ich pôsobenie (špendlík sa pritiahne k magnetu; predmet vždy padne na zem; elektrina rozsvieti žiarovku), je táto téma zaraďovaná až pre vyššiu vekovú skupinu (7-11 rokov). Rozvoj predstavy pre danú vekovú skupinu je nasledovný: Predmety môžu mať vplyv na iné predmety, aj keď s nimi nie sú v kontakte, t.j. pôsobia na diaľku. Zaraďujeme sem témy ako svetlo, zvuk, gravitácia, magnetizmus a elektrina. V téme svetlo rozvíja predstava o jeho šírení a vysvetľuje, prečo môžeme predmety vidieť. Téma zvuk sa zameriava na šírenie zvuku rôznym prostredím (plynné, kvapalné, pevné) a taktiež to, ako môžeme počuť my (Harlen, 2015).

Na začiatku sa pozrieme na to, čo si možno predstaviť pod označením silové pole. Prezrite si nasledujúci obrázok, v ktorom sa rieši situácia, čo je podľa postáv na obrázku silové pole. Prečítajte si jednotlivé výroky a rozhodnite sa, s ktorým výrokom/výrokmi súhlasíte a prečo. Ak nesúhlasíte ani s jedným, pokúste sa vytvoriť vlastný.




**Obr. 22** Concept cartoons© Silové polia (Naylor a kol., 2021)

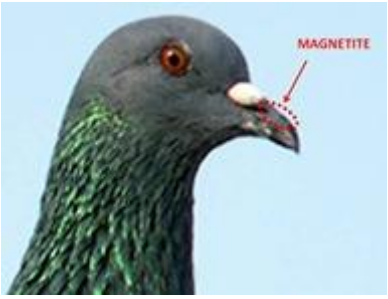
Existujú 3 základné typy silových polí, a to elektrické, magnetické a gravitačné. Pre všetky tri je charakteristické to, že ich pôsobenie nevidíme, ale dokážeme ho vnímať sprostredkovane. To znamená, že jeho pôsobenie niečo vyvoláva. Tieto silové polia pôsobia na diaľku bez toho, aby sa konkrétneho predmetu, na ktorý pôsobia, dotýkali. S gravitáciou sa stretávame každý deň bez toho, aby sme si ju uvedomovali. Vďaka jej pôsobeniu dokážeme chodiť, hádzať si loptu a pod. Jej pôsobeniu sme prispôsobili všetky naše činnosti. Elektrické pole vzniká pôsobením elektrických nábojov. Elektrické pole spôsobuje bežné javy (ťahanie/tlačenie), s ktorými sa stretávame každý deň. Rovnako aj s pôsobením magnetov majú skúsenosť už malé deti – vedia, že dokážu pôsobiť na diaľku (Naylor a kol., 2021).

V nasledujúcom texte sa budeme venovať týmto trom silovým poliam, pričom sa budeme zameriavať aj na procesy a javy, ktoré súvisia s ich pôsobením.

**Magnetizmus**

Magnet sprevádza ľudstvo od nepamäti. Jeho objavením sa veľa zmenilo, napríklad čo sa týka navigácie námorníkov, ktorí sa nemuseli už spoliehať len na orientáciu podľa hviezdnej oblohy. Poznali ho už starí Gréci, Rimania, či Číňania. Práve Číňanom sa pripisuje objav kompasu, ktorí zistili, že zmagnetizovaním ihly pomocou magnetitu je možné určovať smer na Zemi.

Magnetit (starší názov je aj magnetovec, alebo okoviny) je magnetický nepriehľadný minerál s matným alebo kovovým leskom, ktorý sa prirodzene vyskytuje v prírode. Pozostáva z oxidu železa. Vyskytuje sa v rôznych geologických prostrediach, ako napr. vo vyvretých, metamorfovaných či usadených horninách. Môžeme ho nájsť dokonca aj u niektorých živočíchov. Mnohí biológovia skúmali využívanie zemského magnetizmu pre priestorovú orientáciu u mnohých živočíchov, napr. u korytnačiek, mlokov, niektorých druhov hmyzu, či holubov. Štruktúry reagujúce na magnetizmus boli, napríklad u holubov, nájdené v kožnom pokryve hornej polovice zobáka.

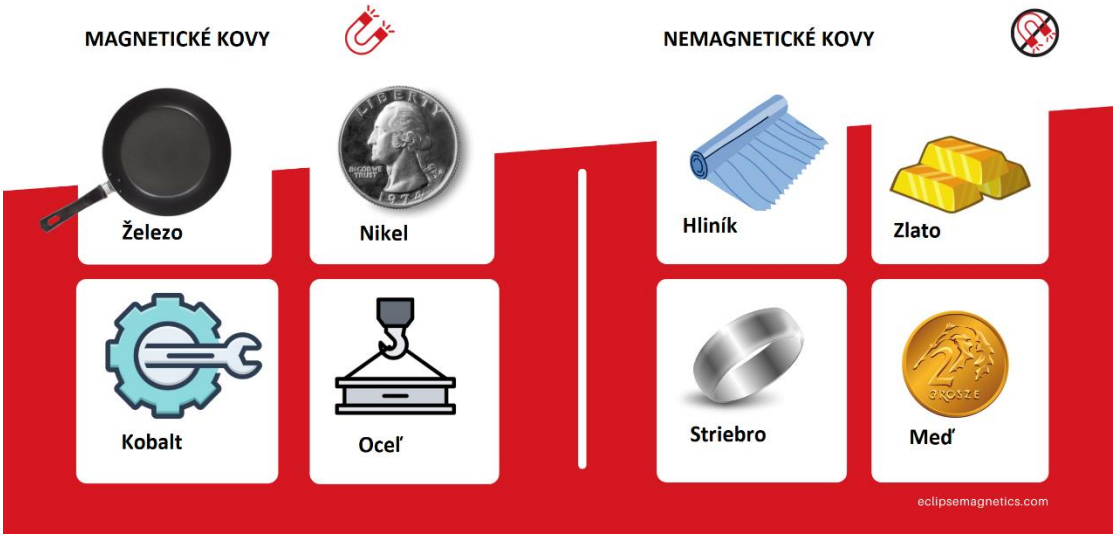



**Obr. 23** Magnetit v zobáku holuba
(https://watchingtheworldwakeup.blogspot.com/2010/02/pigeon-week-part-1-navigation-magnetic.html)

Vedci predpokladajú, že živočíchy využívajú mikroskopické kryštáliky magnetitu umiestneného buď v nose, rohovke oka, zobáku, či v orgáne rovnováhy. Okrem toho dokážu magnetické pole vnímať aj niektoré cicavce (napr. srnčia zver). Väčšina týchto živočíchov sa totiž na pastve stavia v ose smerujúcej k magnetickému pólu – v ose sever/juh.

**Magnetické vlastnosti látok**

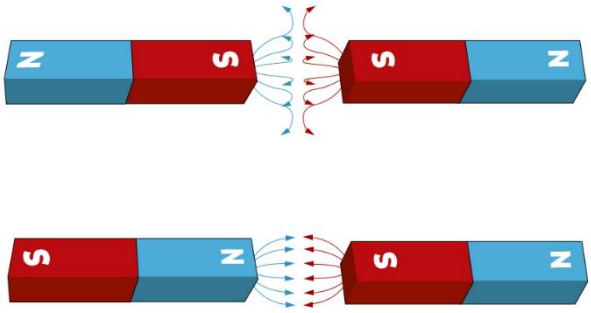
Všetci vieme, že látky sú zložené z atómov. Podľa toho, aké majú tieto atómy magnetické vlastnosti, rozdeľujeme aj látky. Pre naše účely je dôležité poznať tie, ktoré sa správajú ako magnety, a teda, u ktorých sa prejavujú magnetické vlastnosti navonok. Ide napr. o *feromagnetické látky*, medzi ktoré zaraďujeme železo, kobalt, nikel a ich zlúčeniny. Tieto magnetické látky sa skladajú teda z atómov, ktoré majú magnetické vlastnosti. Tieto oblasti nazývame **domény**. Pohyb elektrónov v týchto doménach vytvára magnetické pole a domény sú ako malé magnety. Keď sa tieto domény zoradia rovnakým smerom, celý materiál sa stáva magnetom. Tzn., keď takýto materiál vložíme do magnetického poľa, preberú domény magnetické vlastnosti, ktoré sa budú prejavovať aj po ich vybratí z magnetického poľa. Takto vznikajú **permanentné magnety**. Ak tieto domény nie sú usporiadané a zoradené jedným smerom, magnetizmus je slabý alebo sa vôbec neprejavuje. To znamená, že nie všetky kovy budú priťahované magnetom. Okrem toho poznáme aj **dočasné magnety**, ktoré si nezachovajú svoje magnetické vlastnosti. Dajú sa vytvoriť napríklad trením železa silným magnetom. Týmto spôsobom sa všetky domény v železe zoradia jedným smerom.




**Obr.24** Magnetické a nemagnetické kovy (zdroj: https://brainly.ph/question/26417894)

Magnetizmus ako sila nie je viditeľný. Pôsobenie tejto sily je sprostredkované, respektíve viditeľné prostredníctvom správania sa magnetov. U magnetov rozlišujeme tzv. **póly**. Poznáme severný a južný pól magnetu, pričom ide o dva odlišné konce magnetu. Ak dva magnety k sebe týmito koncami priblížime, môžu nastať dve reakcie:

1. *Magnety sa budú priťahovať* – táto situácia nastane vtedy, ak sebe priložíme nesúhlasné póly magnetov (sever – z angličtiny značka N a juh – z angličtiny značka S).
2. *Magnety sa budú odpudzovať* – táto situácia nastane vtedy, keď k sebe priložíme rovnaké póly magnetov (sever a sever – N+N, juh a juh – S+S):

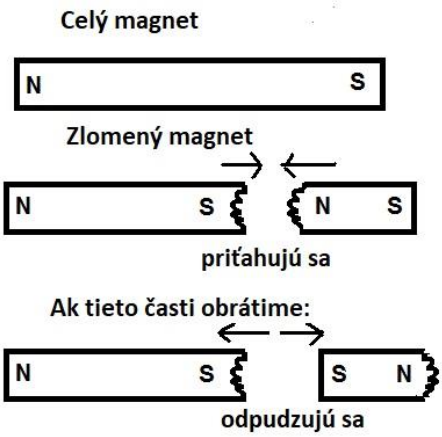



**Obr. 25** Póly na magnete a ich pôsobenie (zdroj https://theswingingsticks.com/how-the-swinging-sticks-works)

Čo by sa však stalo, keby magnet zlomíme na dve polovice? Bude vôbec „fungovať"? Ak áno, ako? Pozrite sa na nasledujúci obrázok concept cartoons© a popremýšľajte, čo sa podľa vás stane, keď magnet zlomíme. Prečítajte si výroky postáv a rozhodnite, s ktorou postavou súhlasíte a prečo. Pokiaľ nesúhlasíte ani s jednou osobou, vytvorte vlastný výrok.

**Obr. 26** Concept cartoons© Zlomený magnet (Naylor a kol., 2021)

Medzi oboma pólmi sa nachádza tzv. neutrálne pásmo. Ak by sme magnet rozdelili/zlomili napríklad na dva magnety, opäť dostaneme magnety, ktoré majú každý svoj severný a južný pól, pretože magnetické póly nemôžu existovať samostatne:

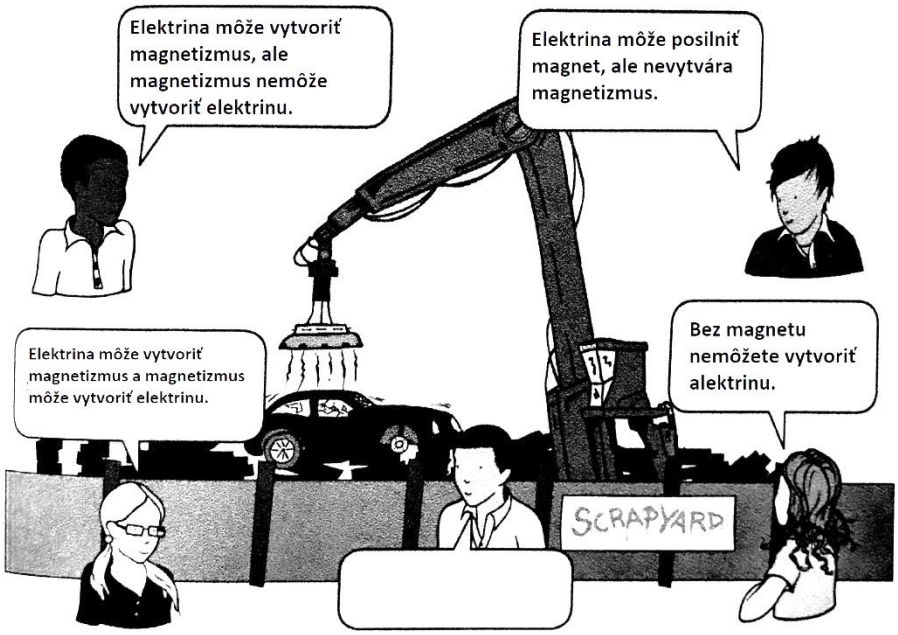



**Obr. 27** Zlomený magnet (https://www.physicsforums.com/threads/simple-experiment-with-magnets.969432/)

Takže výsledkom bude to, že nám vzniknú dva magnety, každý so severným a južným pólom. Rozdiel bude však v ich sile. Keďže sa veľkosť magnetov v porovnaní s pôvodným magnetom zmenšila, zmenšil sa aj počet domén v týchto menších magnetoch.

**Magnetizmus a elektrina**

Uvedené javy sa často vyskytujú v rôznych zdrojoch spoločne. Zamýšľal sa občas niekto, prečo sa im autori venujú súčasne, príp. ich opisujú hneď za sebou? Opäť si prezrite obrázok concept cartoons© s názvom Elektrina a magnetizmus a rozhodnite, s ktorým výrokom súhlasíte a prečo.

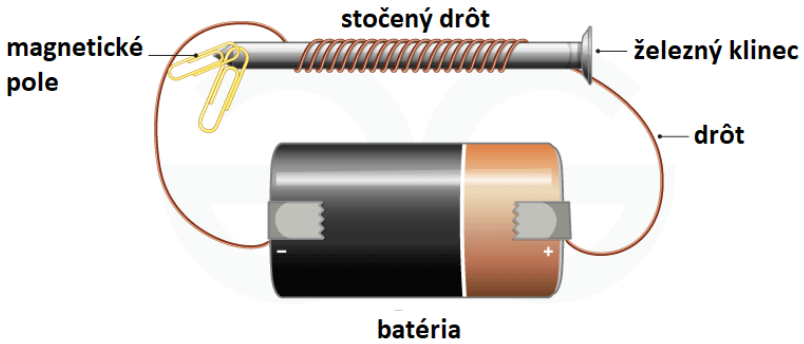



**Obr. 28** Concepr cartoons© Elektrina a magnetizmus (Naylor a kol., 2021)

Oba uvedené javy, elektrina a magnetizmus, veľmi úzko spolu súvisia. Jedno môže vyvolať druhé a naopak. Na tento jav prišiel Michael Faraday, ktorý v roku 1821 obtočil okolo magnetu

drôt, ktorý zapojil do elektrického obvodu. Týmto spôsobom objavil elektromotor. Následne zistil, že ak pohybujeme elektrickým vodičom v magnetickom poli, môžeme vytvoriť elektrinu (vznik elektrického generátora).

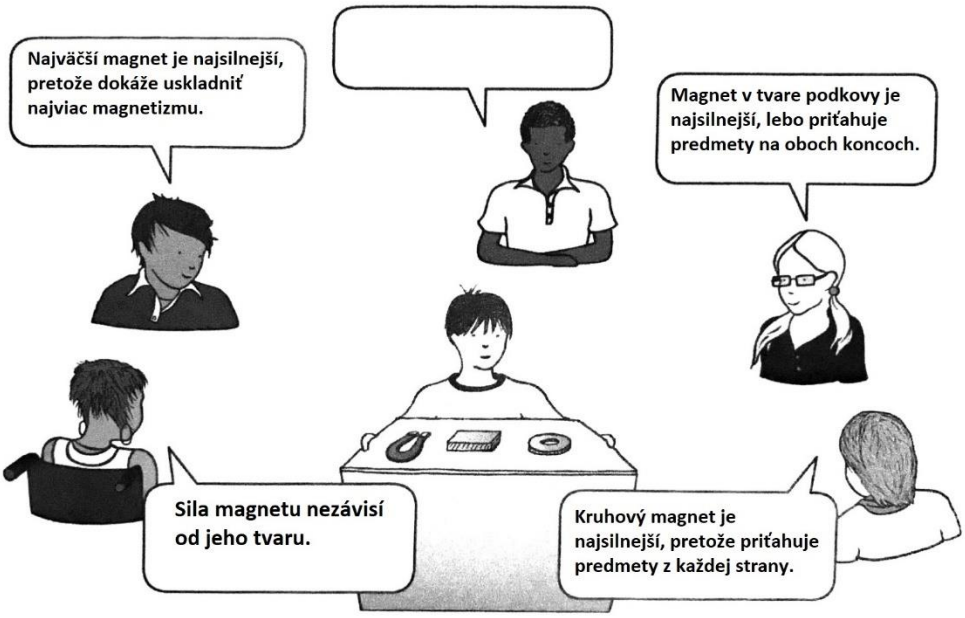
Elektróny, ktoré sú nositeľom elektrickej energie, vytvárajú vo svojom okolí aj magnetické pole. Tento jav nastáva vtedy, keď sú elektróny v pohybe, a teda, keď vytvárajú elektrický prúd. Ak by sme napríklad okolo železného klinca obmotali drôt , ktorý by sme zapojili k zdroju elektrickej energie (batérie), vznikne na ňom magnetické pole. Každé obmotanie, resp. každá slučka na tomto klinci vytvára pole ako samostatný vodič. A preto platí, že čím viac slučiek vytvoríme (čim viac bude klinec obmotaný), tak tým silnejšie bude pôsobenie magnetického poľa:




**Obr. 29** Vytvorenie elektromagnetu (zdroj https://www.geeksforgeeks.org/electromagnet/; upravené autorom)

Takto vznikajú **elektromagnety**, ktoré majú praktické využitie. Používajú sa napríklad v elektromagnetickom žeriave, ktorý sa využíva na vrakovisku na dvíhanie vrakov áut. Po zapojení elektrického prúdu vzniká silné magnetické pole, ktoré umožňuje zodvihnúť aj veľmi ťažký náklad. Po vypnutí elektrického prúdu sa elektromagnetizmus stráca.

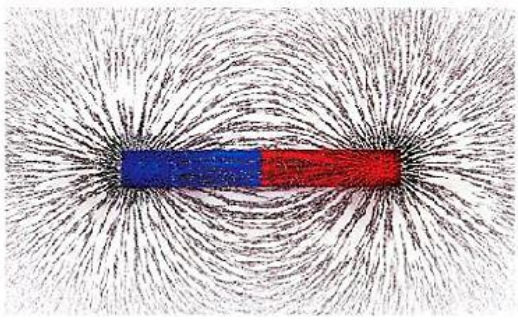
A ako zistíme, ktorý magnet je silnejší? Závisí jeho sila od jeho veľkosti či tvaru? Popremýšľajte nad výrokmi v ďalšom obrázku a rozhodnite, ktorá postava na obrázku má pravdu. Svoju odpoveď aj zdôvodnite:

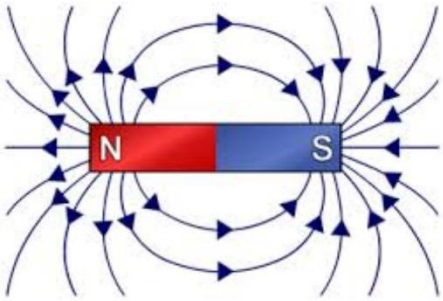



**Obr. 30** Concept cartoons© Magnety (Naylor a Keogh., 2022)

Tvar a veľkosť magnetu nemá vplyv na veľkosť magnetickej sily. Sila magnetu závisí od toho, z akého materiálu je magnet vyrobený, ako silno je zmagnetizovaný a ako sú častice vo vnútri magnetu usporiadané. Bez toho, aby sme jednotlivé magnety nevyskúšali, nemôžeme povedať, ktorý z nich je silnejší.

S pôsobením magnetického poľa sa nám spája aj označenie **magnetické siločiary**. Takmer každý si spomína na ich zobrazenie na hodine fyzika v základnej škole, kedy učiteľ pomocou železných pilín a magnetu demonštroval ich usporiadanie. Čo však predstavujú tieto magnetické siločiary?



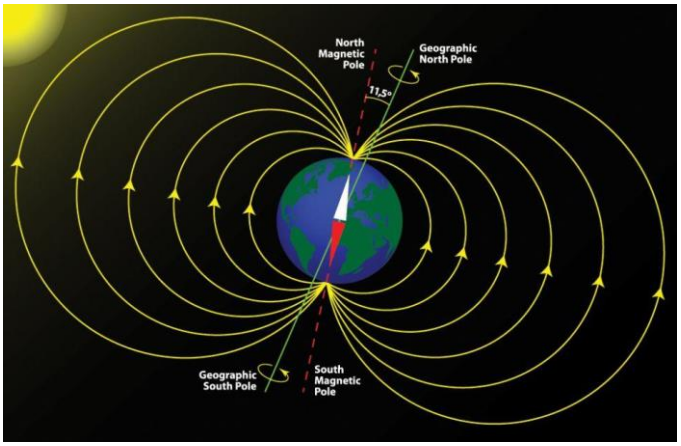


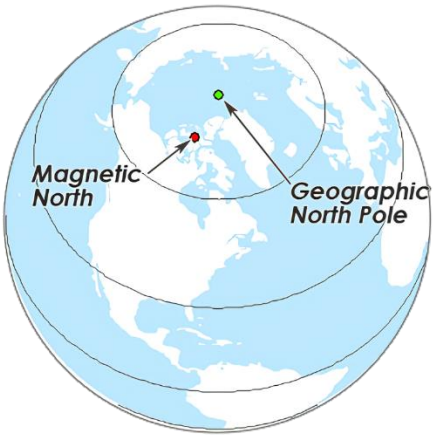

**Obr. 31 a 32** Siločiary magnetu (https://physics-12th.blogspot.com/p/blog-page_22.html; https://physics-12th.blogspot.com/p/blog-page_22.html )

Ako sme už uviedli vyššie, okolo magnetu pôsobí magnetické pole. Siločiary nám pomáhajú vidieť, aké silné toto pole je. V skutočnosti však neexistujú. Magnetizmus pôsobí všade okolo magnetu, nie iba tam, kde sú zobrazené tieto čiary. Tieto siločiary by sme mali vedieť čítať. Z obrázku vpravo môžeme zistiť, kde na magnete ako silno pôsobí magnetické pole. Čiary, ktoré sú blízko seba, nám hovoria, že magnetické pole je v tomto mieste najsilnejšie. Naopak, čiary, ktoré sú ďalej od seba, reprezentujú slabšie magnetické pole. To znamená, že najsilnejšie

magnetické pole je na póloch magnetu a v jeho vnútri. Vzďaľujúc sa od magnetu toto silové pôsobenie klesá. Tam, kde siločiary nie sú znázornené ešte neznamená, že magnetické pole nepôsobí. Je však slabšie, takže sa jeho pôsobenie nemusí prejaviť, napr. na pritiahnutí spinky k magnetu.

Podobne sa správa aj naša Zem, ktorá vyzerá ako veľký magnet. Avšak magnetický severný pól a geografický severný pól nie sú identické.

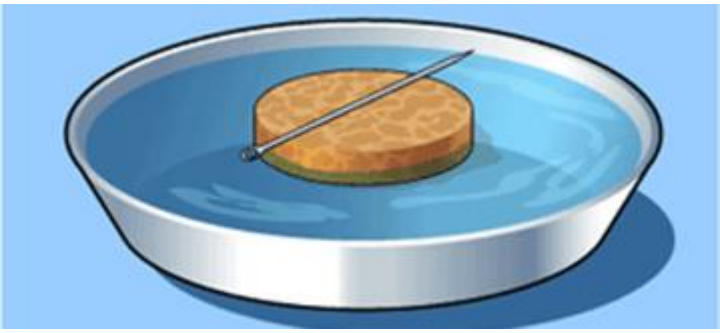



**Obr. 33 a 34** Magnetický a geografický severný pól
(https://www.goconqr.com/mapamental/6651211/campos-magneticos;
https://gisgeography.com/magnetic-north-vs-geographic-true-pole/)

Na obrázku môžeme vidieť, že **magnetický severný pól** sa nachádza kúsok od geografického. Podobne to je aj s južným. Keďže sa Zem správa ako veľký magnet, je možné sa pomocou kompasu orientovať. Kompas sa orientuje podľa magnetického severného pólu. V jeho vnútri sa nachádza magnet a jeho magnetický hrot (ihla) ukazuje smer magnetického severu. Zem je magnet, ktorý môže interagovať s inými magnetmi, a to tak, že severný koniec magnetu v kompase smeruje na magnetickým severný pól. Avšak vyššie sme uviedli, že sa priťahujú opačné póly magnetu (N+S). Ak teda magnetický severný pól Zeme priťahuje „severné“ konce iných magnetov, ide vlastne o južní pól magnetického poľa Zeme. A čo je ešte viac zaujímavé, že magnetický severný pól nie je stacionárnym bodom. So zmenou magnetického poľa Zeme sa magnetický severný pól pohybuje. Vedci zistili, že za posledné storočie sa posunul o viac ako 1 000 kilometrov smerom na Sibír.

V prípade, že nemáte pri sebe kompas a stratíte v lese, pomôže vám aj malý magnet. Kompas si môžete aj vyrobiť. Najjednoduchší kompas je zmagnetizovaná kovová ihla upevnená tak, aby sa mohla voľne otáčať (napr. jej umiestnením na kúsok korku, ktorý vložíme do misky s vodou). Ak chcete zmagnetizovať ihlu, jednoducho ju budete niekoľko sekúnd trieť o magnet. Potom pripevnite/položte ihlu k polystyrénu alebo korku. Ihla sa začne otáčať v smere sever-juh. To, ktorý koniec prislúcha ktorému smeru, zistíme podľa polohy Slnka na oblohe (ak viem, kde Slnko vychádza a kde zapadá). Takže ak sa pozrieme na plávajúcu ihlu okolo poludnia, ktorej hrot smeruje vpravo a oko (ihly) vľavo, pričom Slnko je pred nami, môžeme povedať, že hrot ukazuje na sever.



**Obr. 35** Domáci kompas (https://www.embibe.com/questions/Magnetise-a-needle-using-a-bar-magnet.-Make-a-compass-using-the-magnetised-needle./EM5359923)

## Elektrina

Elektrina je súčasť nášho každodenného života. Bez nej by nefungovali mnohé prístroje a zariadenia, ktoré nám uľahčujú život. V priebehu rokov sme si zvykli na elektrinu tak, že si bez nej už nevieme predstaviť život. Minimálne by to bolo veľmi zložité a nepohodlné.

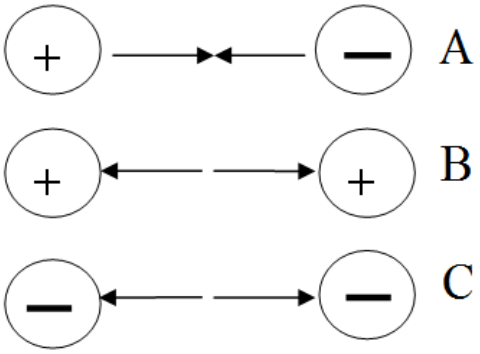
Ako však vyzerá? Keď sme sa pýtali detí v materskej škole, ako si predstavujú elektrinu, tak si ju spájali najmä s konkrétnymi predmetmi (električka; stĺpy, cesta a káble; auto, lebo je na elektrinu; elektrikár, naťahuje elektrinu do podlahy, a pod.). Deti s kresbou elektriny nemali až taký problém, ako s následným vysvetlením, čo je podľa nich elektrina. Podobne je to aj s dospelými. V nasledujúcom texte objasníme, čo elektrina je, ako vyzerá a s akými formami sa môžeme stretnúť.

Elektrina sa vyskytuje dokonca aj mimo rôznych elektrických zariadení. V tomto prípade ide o statickú elektrinu, s ktorou sa môžeme stretnúť napríklad pri česaní hrebeňom, vyzliekaní svetra cez hlavu, po pošúchaní balóna po vlasoch a pod.

To znamená, že elektrina sa vyskytuje v 2 formách:

1. ***Statickej*** – vo forme statickej elektriny;
2. ***Dynamickej*** – vo forme elektrického prúdu.

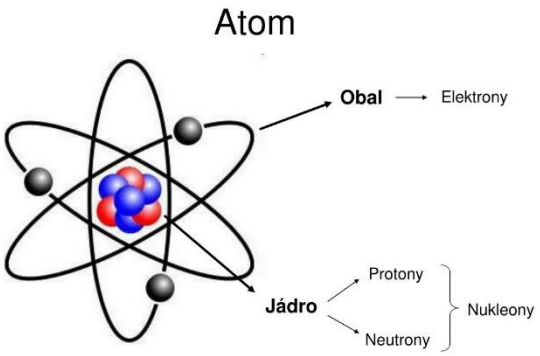
Všetky látky obsahujú elektrické náboje. Rozoznávame **dva druhy elektrických nábojov**, a to kladné (plus) a záporné (mínus). Medzi nábojmi sa vyskytuje silové pôsobenie, ktoré sa prejavuje príťažlivými a odpudivými silami. Vo všeobecnosti platí, že:




**Obr. 36** Silové pôsobenie medzi elektrickými nábojmi

Na obrázku môžeme vidieť silové pôsobenie medzi elektrickými nábojmi. Pôsobenie (priťahovanie/odpudzovanie) je podobné ako v prípade magnetizmu. Látky nabité rovnakým nábojom (či už kladným, alebo záporným) sa odpudzujú (situácia B a C ) a naopak, látky s opačnými nábojmi sa priťahujú (situácia A).

Tieto elektrické náboje sa nachádzajú v časticiach, ktoré tvoria atómy. Atóm obsahuje jadro a obal. Atómové jadro pozostáva z častíc, ktoré označujeme protóny (nositeľ kladného náboja) a neutróny (nenesú žiadny náboj). Obal atómu je tvorený z častíc – z elektrónov (nositelia záporného náboja).




**Obr. 37** Stavba atómu (https://www.slideserve.com/chynna/chemicky-ist-l-tky)

Elektróny v atómoch kovov, ktoré sú najvzdialenejšie od jadier atómov, sa od nich ľahko odpútavajú. Tak vznikajú voľné elektróny, ktoré sa vo vodiči veľmi rýchlo a chaoticky pohybujú všetkými smermi. Pritom narážajú do atómov a hraníc vodiča. Takto vytvárajú elektrónový plyn, ktorý **spôsobuje dobrú elektrickú vodivosť kovov.** Pripojením vodiča k zdroju napätia (napr. k batérii) sa pohyb elektrónov usmerní a budú sa pohybovať od záporného ku kladnému pólu zdroja. Z toho nám vyplýva, že **elektróny sú v kovoch nositeľmi elektrického prúdu.**

**Elektrická vodivosť**

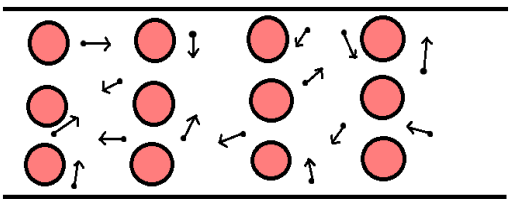
Rôzne látky majú rôznu schopnosť prenášať elektrický náboj, tzn. **majú rôznu vodivosť. Vodivosť látok závisí** najmä od množstva voľných nábojov, ako napr. už vyššie spomínané voľné elektróny v kovoch, alebo kladné a záporné ióny v kvapalinách a plynoch.

Podľa vodivosti rozdeľujeme látky do troch skupín, a to:

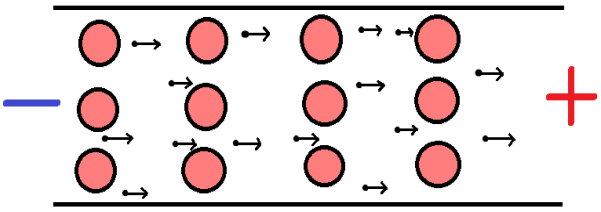
1. **VODIČE**, ktoré obsahujú mnoho voľných (elektrónov). Výborné vodiče sú najmä kovy (striebro, meď, hliník), grafit, vodné roztoky solí a kyselín. Elektrická vodivosť kovových vodičov klesá so zvyšujúcou sa teplotou.
2. **NEVODIČE** (izolanty), ktoré majú nepatrnú vodivosť, pretože neobsahujú takmer žiadne voľné náboje. Tzn., že všetky elektricky nabité častice sú pevne viazané. Medzi najlepšie izolanty zaraďujeme sklo, drevo, porcelán, síru, gumu, niektoré plasty, ale i suchý vzduch.
3. **POLOVODIČE**, ktoré sú tiež elektrické vodiče, s nízkou vodivosťou. Vodivosť polovodičov sa zvyšuje s teplotou. Patrí sem napr. kremík a diamant.

**Elektrický prúd a elektrické napätie**

Ako sme už naznačili vyššie, elektrický prúd súvisí s pohybom voľných nábojov. Aj z vlastnej skúsenosti vieme, že najlepšími vodičmi sú kovy. V kovoch sú nositeľmi elektrického prúdu elektróny (nositelia záporného náboja). Ak pripojíme ku kovovému vodiču (napr. k medenému drôtu) zdroj napätia (batériu), tak z pôvodne chaotického pohybu nábojov (elektrónov) sa stáva usporiadaný pohyb spôsobený vplyvom elektrickej sily. Elektróny sa začnú pohybovať v smere od záporného ku kladnému pólu:



**Obr. 38** Neusporiadaný pohyb elektrónov




**Obr. 39** Usporiadaný pohyb elektrónov

**Jednoduchý elektrický obvod**

Elektrický obvod pozostáva z viacerých častí, cez ktoré prechádza elektrický prúd. Tvorí ho zdroj napätia (batéria), vodiče, žiarovka a spínač. Avšak pre prechod elektrického prúdu v obvode je nutná prítomnosť len zdroja napätia a vodičov (na druhej strane, zapojenie žiarovky do obvodu je jasným indikátorom funkčnosti obvodu). Základnými vlastnosťami elektrického odvodu je **uzavretosť a vodivosť**. To znamená, že všetky časti, z ktorých pozostáva sú navzájom spojené a vodivé.

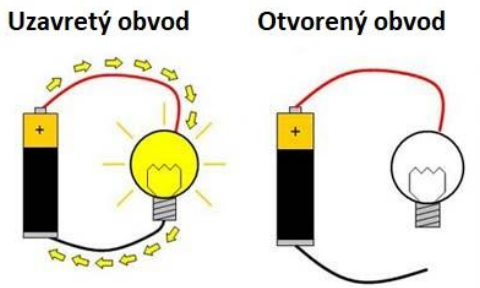
V praxi sa častokrát stretávame s tým, že elektrický obvod a jeho časti sa znázorňujú prostredníctvom značiek. Hovoríme **o schematickom znázornení elektrického obvodu**. K základným schematickým značkám zaraďujeme:

**Obr. 40** Elektrické značky (http://kapo.topindex.sk/id216/elektricky-prud-elektricky-obvod-elektricke-vodice-a-izolanty.html)

**Žiarovka v elektrickom obvode**

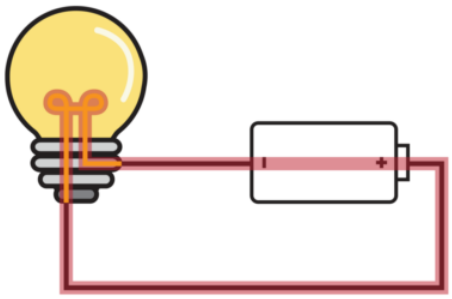
Pri zapájaní jednoduchého elektrického obvodu využívame najčastejšie vodič (napr. 2 izolované medené drôty), batériu a žiarovku. Na základe toho, že sa nám žiarovka rozsvieti (za predpokladu jej plnej funkčnosti), môžeme povedať, že sme vytvorili funkčný elektrický obvod.

Umiestnenie vodičov, respektíve ich pripojenie k batérii nie je ľubovoľné. Aby sme mohli rozsvietiť žiarovku, je potrebné, aby obvodom prechádzal elektrický prúd. Vieme však už, že nositeľmi prúdu v kovoch sú elektróny. Aby sme ich uviedli do pohybu, potrebujeme k tomu energiu, ktorá by ich donútila pohybovať sa žiaducim smerom. Túto energiu nám zabezpečí zdroj napätia, čiže batéria. Na batérii rozoznávame dva póly, ktoré označujeme ako kladný a záporný. Aby mohol prechádzať prúd v nami vytvorenom obvode, je potrebné pripojiť vodiče z jednej strany na oba póly batérie a z druhej k žiarovke. Tak vytvoríme uzavretý elektrický obvod (viď. obr. 41). V prípade, ak by sme oba vodiče pripojili na jednej strane k rovnakému pólu batérie a na druhej strane k žiarovke, obvodom prúd nebude prechádzať.




**Obr. 41** Uzavretý a otvorený obvod (https://clipground.com/circuit-diagram-clipart.html; upravené autorom)

Rovnako dôležité je aj miesto pripojenia vodičov na žiarovke. Pre vytvorenie elektrického obvodu vychádzame z konštrukcie žiarovky. Svetlo produkované žiarovkou vzniká prostredníctvom rozžeravenia volfrámového vlákna (približne na teplotu 2500 °C). Pre zapojenie žiarovky do elektrického obvodu (bez použitia objímky) sú pre nás kľúčové prívodné drôty v žiarovke, ktoré môžeme vidieť na obrázku 42. Ako si môžeme všimnúť, jeden drôt vyúsťuje na boku žiarovky (závitu) a druhý na jej spodnej strane. Ak chceme rozsvietiť žiarovku, vodiče (drôty) je potrebné priložiť práve na tieto miesta.



**Obr. 42** Zapojenie žiarovky do obvodu (https://thepiquelab.com/blog/will-bulb-light-closer-look-arrangement-wires-bulb/)

Prezrite si nasledujúci obrázok a rozhodnite sa, s ktorou postavou na obrázku súhlasíte a prečo. Môžete vybrať aj viacero možností ako jednu. Ak nesúhlasíte ani s jednou, naformulujte vlastný výrok:

**Obr. 43** Concept cartoons© Predlžovací kábel (Naylor a Keogh, 2022)

Na prúdenie elektriny potrebujeme, aby bol obvod uzavretý. Predlžovací kábel môže byť súčasťou obvodu, ale sám o sebe kompletným obvodom nie je. Keď zapojíme spotrebič do

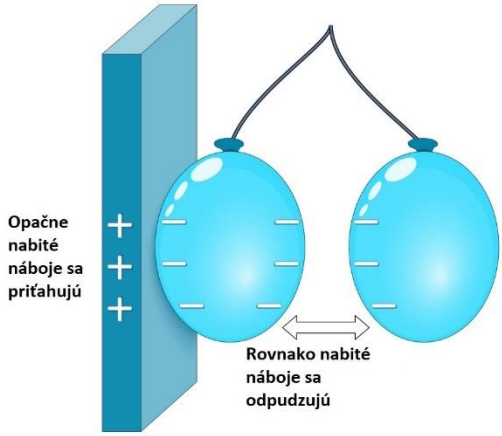
zásuvky, cez kábel prúdi elektrina. Častokrát je predstava detí taká, že elektrina tečie/prúdi od miesta zdroja (alebo od vypínača, zo steny z káblov) smerom k žiarovke (ak napríklad chceme zapnúť svetlo). Avšak tieto elektróny sa nachádzajú v každom mieste káblov, to znamená, že sú v kábli aj keď svetlo nesvieti. Tým, že stlačíme vypínač a svetlo sa hneď rozsvieti, uvedieme tieto elektróny do pohybu. V prenesenom význame to vyzerá tak, ako keby sa v každom mieste káblu nachádzali vojaci, ktorí sa držia za ruky. Sú tam aj vtedy, keď svetlo nesvieti. Keď stlačíme vypínač, všetci vojaci začnú naraz pochodovať, a tým sa svetlo rozsvieti.

Ďalší obrázok concept cartoons© sa zameriava už na statickú elektrinu (Čo je statická elektrina?). Pozorne si ho prezrite a prečítajte výroky, ktoré riešia, čo statická elektrina (nie) je. Opäť je vašou úlohou sa prikloniť k nejakému výroku/výrokom a odôvodniť, prečo s ním súhlasíte.

**Obr. 44** Concept cartoons© Čo je statická elektrina? (Keogh a Naylor, 2022)

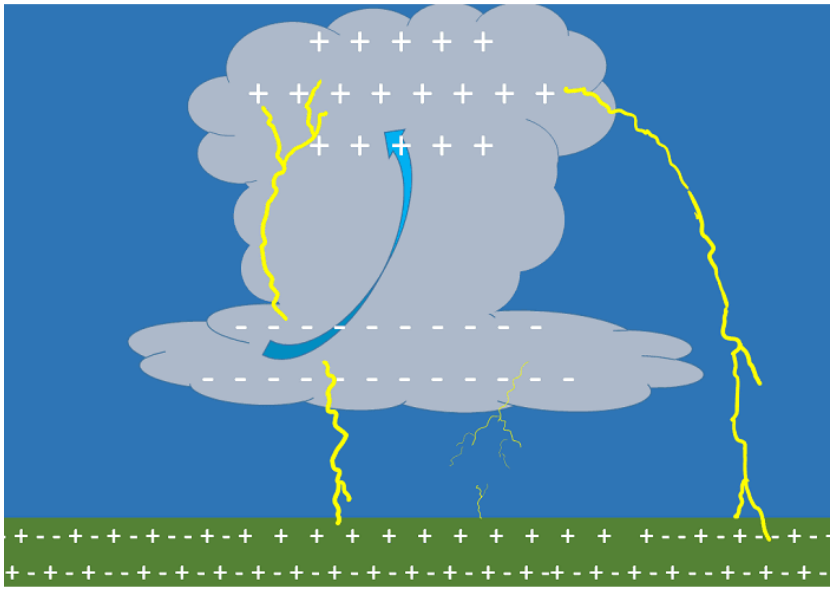
**Statická elektrina** predstavuje „nehybnú formu“ elektriny (v porovnaní s elektrickým prúdom). Elektróny sa dokážu hromadiť aj bez toho, aby sme vytvorili uzavretý elektrický obvod. Keď napríklad šúchame balónom o vlasy, dochádza k preskupeniu nábojov na povrchu materiálov, medzi ktorými dochádza k treniu. Jednoducho povedané, balón získava elektróny z našich vlasov. Vieme, že elektrón je nositeľom záporného náboja. Ak takýto balón priložíme k stene, ostane na nej „prilepený“. Dôvod je ten, že záporné náboje na balóne odpudia záporné náboje v stene a ostanú tam len kladné. A ako sme už vieme, častice s opačným nábojom sa priťahujú (Keogh a Naylor, 2022).

Ak by sme pošúchali o vlasy dva balóny, ktoré k sebe následne priložíme, výsledkom bude to, že sa budú odpudzovať.




**Obr. 45** Zelektrizované balóny (https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/static-electricity-experiments-with-two-balloons-vector-44866634; upravené autorom)

Malé množstvo náboja nám nespôsobí žiadne zranenie. Avšak aj **blesk** predstavuje formu statickej elektriny. Ide o elektrostatický výboj, ktorý nastane vtedy, keď sa mraky nabijú statickou elektrinou. K tomu dochádza tak, že obsah oblaku (napr. ľadové kryštály a voda) sa vplyvom vetra o seba trú, narážajú do seba. Ľadové kryštály sa nabijú kladným nábojom a preto, že sú ľahšie, tak sa zhromažďujú v hornej časti oblaku. Naopak voda, ktorá je ťažšia, sa zhromažďuje v spodnej časti oblaku. Táto voda je nabitá záporným nábojom. Ak dôjde k nahromadeniu nábojov, dôjde k výboju vo forme blesku, a to buď vo vnútri oblaku, medzi oblakmi, alebo medzi oblakom a zemou. Posledná možnosť môže byť veľmi neubezpečená, pretože môže dôjsť k zraneniu osôb.



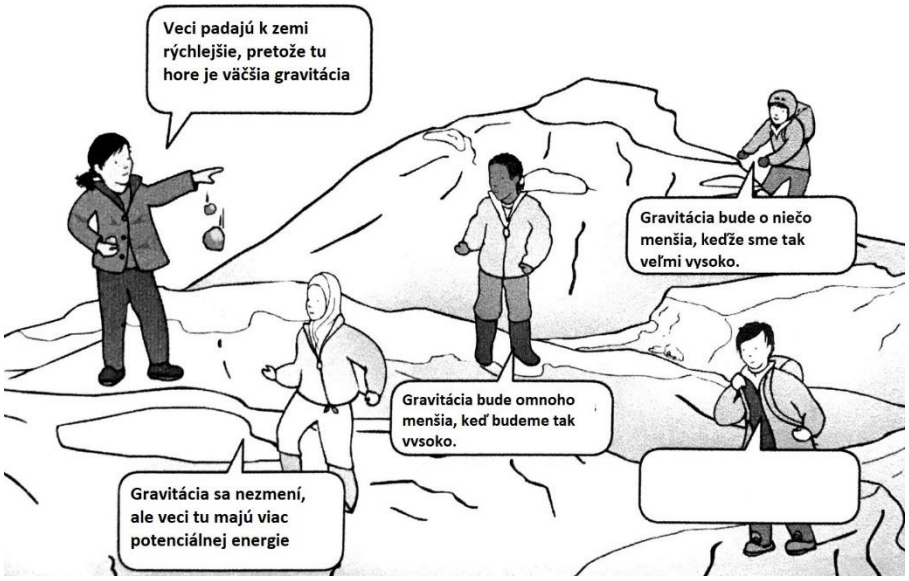
**Obr. 46** Blesk (https://www.purposegames.com/game/lightning-formation-game)

V niektorých materiáloch vniká **aj vplyvom tepla a tlaku**. Vyššia teplota môže vplývať na vznik statickej elektriny, pretože vyššie teploty vo všeobecnosti zvyšujú mobilitu nabitých častíc, čo potenciálne znižuje hromadenie statickej elektriny. Hoci samotná teplota priamo nespôsobuje statickú elektrinu, značne ovplyvňuje úroveň vlhkosti – a **vlhkosť** je dôležitou podmienkou. Studený vzduch zadržiava menej vlhkosti ako teplý vzduch, čo vytvára ideálne podmienky pre hromadenie statickej elektriny. V zime je vonkajší vzduch v chladnom počasí prirodzene suchší a vnútorné vykurovanie tiež znižuje relatívnu vlhkosť. Tým pádom nastávajú vhodné podmienky pre vytvorenie statického výboja.

## Gravitácia

Gravitácia a jej vplyv je súčasťou našich životov. Chodíme, skáčeme, ležíme bez toho, aby sme si uvedomovali jej pôsobenie. Možno si ju uvedomujeme vtedy, keď ju musíme prekonať, napríklad keď cvičíme a robíme drepy, alebo keď musíme vyskočiť.

Okrem toho, že gravitácia zabezpečuje to, že všetko padá k smerom k zemi a nás samých na nej drží, pôsobí aj vo vesmíre. Vďaka gravitácii sa planéty nachádzajú na svojich obežných dráhach, hviezdy vo vesmíre. Mení sa ale gravitácia s rastúcou výškou? Tzn., bude pôsobiť viac/menej, keď budeme napr. na vysokých horách? Prezrite si výroky postáv na obrázku a prikloňte sa k tej postave, s ktorou súhlasíte. Odpoveď vysvetlite.




**Obr. 47** Concept cartoons© Mení sa gravitácia s rastúcou výškou? (Naylor a kol., 2021)

Gravitácia je sila, ktorá pôsobí na objekty. Pôsobí bez ohľadu na to, ako ďaleko ste od niečoho. Avšak s rastúcou vzdialenosťou sa zmenšuje. Ak sa nachádzame na vrchole vysokých hôr, ktoré sú od stredu Zeme ďalej, tak gravitácia bude o niečo slabšia. Napr. na vrchole Mount Everestu je asi o 0,3% menšia. Avšak ide o veľmi malú odchýlku, ktorý by sme ani nepostrehli. Objekty, ktoré sú ďalej od Zeme, majú väčšiu potenciálnu energiu proti gravitačnej sile. Jednoducho povedané, má väčšiu tendenciu sa uviesť do pohybu, ako keď sa nachádza v nižších polohách (Naylor a kol., 2021).

Rozdiel medzi gravitáciou a inými silami (magnetická a elektrická) je v smere jej pôsobenia. **Gravitácia je sila príťažlivá**. To znamená, že vždy len priťahuje a nikdy neodpudzuje. Na rozdiel od spomínaných dvoch síl. Veľkosť toho, ako sú dva objekty k sebe priťahované, závisí od ich veľkosti a vzdialenosti. O tom nám hovorí **Newtonov gravitačný zákon**:

*Dve telesá sú vzájomne priťahované silou (gravitačnou), ktorá je tým väčšia, čím väčší je súčin hmotnosti oboch telies (priamo úmerná hmotnosti oboch telies) a tým väčšia, čím menšia je medzi nimi vzdialenosť (nepriamo úmerná vzájomnej vzdialenosti dvoch telies).*

Jednoducho povedané, že čím sú objekty bližšie k sebe a majú väčšiu hmotnosť, tým väčšia gravitačná sila na ne pôsobí. Dôležité je ešte poznamenať, že pôsobia na seba oba objekty. Avšak smer pôsobenia závisí od hmotnosti. To znamená, že ak hodíme na zem kameň, tak gravitácia spôsobuje, že oba objekty sa priťahujú. Keďže je Zem však omnoho ťažšia ako kameň, zrýchlenie kameňa bude omnoho väčšie ako Zeme. Nachádza sa gravitácia aj na Mesiaci? Prečítajte si výroky postáv a označte tú postavu, s ktorou súhlasíte a prečo.

**Obr. 48** Je na Mesiaci gravitácia? (Naylor a kol., 2021)

Ako sme už uviedli v prvej téze, s gravitáciou súvisia aj pojmy hmotnosť a tiaž. Hmotnosť vyjadruje mieru toho, koľko hmoty predmet obsahuje. Tiaž predstavuje mieru toho, ako gravitačná sila pôsobí na túto hmotu. To znamená, že gravitácia je závislá od tiaže, pričom všetky objekty vo vesmíre – od hviezd, planét a galaxií až po svetlo a subatomárne častice – sú navzájom priťahované. V závislosti od veľkosti, hmotnosti a hustoty objektu sa mení pôsobenie gravitačnej sily.

Rozdiely nachádzame aj pri planétach našej slnečnej sústavy. Vieme, že planéty v našej slnečnej sústavy nie sú rovnaké. Líšia sa veľkosťou a hmotnosťou. Rovnako sa mení aj sila gravitácie na ich povrchu. Na Mesiaci pôsobí menšia gravitácia, tým pádom môžeme a skočiť ďalej. Ak zmeníte svoju polohu a v dôsledku toho sa zmení gravitácia, hmotnosť zostane nezmenená, ale tiaž nie. Napríklad hmotnosť vášho tela je stále rovnaká, ale tiaž vášho tela je iná na Mesiaci v porovnaní s tiažou na Zemi kvôli zmene gravitácie (Naylor a kol., 2021).

## Svetlo

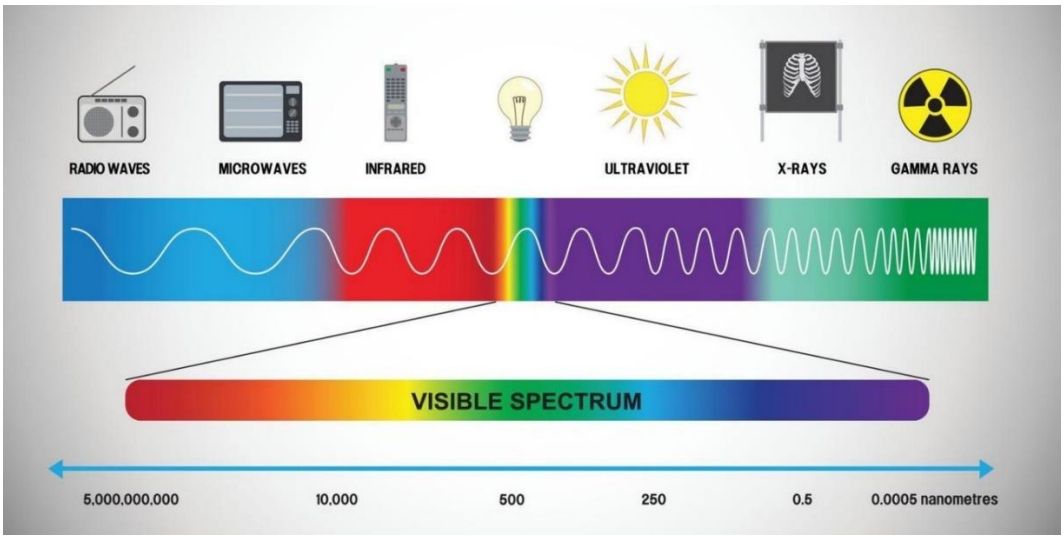
Najväčším zdrojom energie na našej planéte je Slnko a jeho elektromagnetické žiarenie, ktoré neustále „bombarduje“ našu atmosféru. Zemská atmosféra nás však chráni pred vystavením širokej škále vĺn s vyššou energiou, ktoré môžu byť škodlivé pre život. Gama lúče, röntgenové lúče a niektoré ultrafialové vlny sú „ionizujúce“, čo znamená, že tieto vlny majú takú vysokú energiu, že dokážu vyraziť elektróny z atómov. Vystavenie sa týmto vysokoenergetickým vlnám môže zmeniť atómy a molekuly a spôsobiť poškodenie buniek v organickej hmote. Elektromagnetické žiarenie sa odráža alebo absorbuje najmä niekoľkými plynmi v zemskej atmosfére, medzi najdôležitejšie patria vodná para, oxid uhličitý a ozón (tzv. skleníkové plyny). Niektoré žiarenie, ako napríklad viditeľné svetlo, prechádza cez atmosféru. Tieto oblasti spektra s vlnovými dĺžkami, ktoré môžu prechádzať atmosférou, sa označujú ako *atmosférické okná*.

Prezrite si nasledujúci obrázok a popremýšľajte nad jednotlivými výrokmi.

**Obr. 49** Concept cartoons© Čo je elektromagnetické žiarenie? (Naylor a kol., 2021)

Svetlo je **elektromagnetické žiarenie**, ktoré dokáže detegovať ľudské oko. Elektromagnetické žiarenie sa vyskytuje v extrémne širokom rozsahu vlnových dĺžok, od gama lúčov s vlnovými dĺžkami menšími ako približne $1 \times 10^{-11}$ metra až po rádiové vlny merané v metroch. V rámci tohto širokého spektra zaberajú vlnové dĺžky viditeľné pre človeka veľmi úzke pásmo, od približne 700 nanometrov (nm; miliardtin metra) pre červené svetlo až po približne 400 nm pre fialové svetlo. Spektrálne oblasti susediace s viditeľným pásmom sa často označujú aj ako svetlo, infračervené na jednom konci a ultrafialové na druhom (Naylor a kol., 2021).

Rozoznávame nasledovné **typy elektromagnetického žiarenia**: rádiové vlny, mikrovlny, infračervené lúče, viditeľné svetlo, ultrafialové lúče, lúče X (RTG žiarenie) a gama žiarenie.

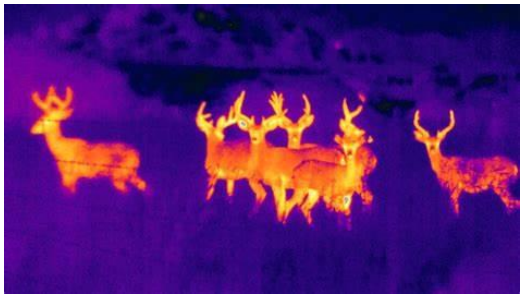



**Obr. 50** Typy elektromagnetického žiarenia (https://www.vecteezy.com/vector-art/21432399-electromagnetic-spectrum-infographic)

Najdlhšie vlny elektromagnetického spektra predstavujú **rádiové vlny**, ktoré prenášajú signál z televízie a rozhlasu prostredníctvom obrovských antén a satelitov. Na druhej strane majú najnižšie energie a frekvencie v porovnaní s ostatnými typmi žiarenia. Rádiové vlny sa používajú aj na komunikáciu s ponorkami (majú nízku frekvenciu asi 1 kHz). Schopnosť rádiových vĺn preniknúť slanou vodou súvisí s ich vlnovou dĺžkou (podobne ako ultrazvuk prenikajúci tkanivom) – čím dlhšia je vlnová dĺžka, tým ďalej preniká. Keďže slaná voda je dobrý vodič, rádiové vlny sú ňou dobre absorbované.

**Mikrovlny** (ako tie, ktoré sa používajú v mikrovlnných rúrach) majú o niečo vyššiu energiu. Na rozdiel od rádiových vĺn majú vysoké frekvencie, ale ich vlnové dĺžky sú krátke v porovnaní s inými rádiovými vlnami – odtiaľ pochádza aj názov *mikrovlnné*. Ich veľkosť zodpovedá približne od 1 metra po 1 milimeter. Využívajú sa napríklad na prenos informácií cez internet či telefonovanie. Príkladom je ich využitie aj pri navigácií radarom.

**Infračervené žiarenie** reprezentujú svetelné vlny tesne za hranicami viditeľného spektra svetla. Siahajú od blízkeho infračerveného žiarenia, ktoré sa používa napr. v diaľkových ovládačoch, až po ďaleké infračervené žiarenie, ktoré možno vnímať ako teplo. Hoci toto žiarenie nie je pre nás viditeľné voľným okom, môžeme ho zobraziť pomocou termálnych kamier.



**Obr. 51** Zobrazenie termokamery (https://ar.inspiredpencil.com/pictures-2023/deer-vision-at-night)

Približne polovica slnečnej energie dopadajúcej na Zem je v infračervenej oblasti. Takmer celá druhá polovica je vo viditeľnej časti spektra a relatívne malé množstvo v ultrafialovej oblasti. V priemere Zem absorbuje 50 percent dopadajúcej slnečnej energie.

Relatívne **konštantná teplota Zeme** je výsledkom energetickej rovnováhy medzi prichádzajúcim slnečným žiarením a energiou vyžarovanou Zemou. Väčšina infračerveného žiarenia vyžarovaného Zemou je absorbovaná $CO_2$ a $H_2O$ v atmosfére a potom vyžarovaná späť na Zem alebo do vesmíru. Toto žiarenie vrátené späť na Zem je známe ako **skleníkový efekt** a udržiava povrchovú teplotu Zeme približne o 30 °C vyššiu, ako by bola, keby nedochádzalo k tejto absorpcii.

**Teplokrvné živočíchy**, ako sú cicavce a vtáky, nedokážu vidieť infračervené svetlo, kvôli „obmedzenosti“ ich fotoreceptorov. Niektoré **studenokrvné živočíchy** (napr. had) dokážu infračervené svetlo vnímať. Rovnako aj hmyz, ktorý cicia krv (ploštice a komáre), detegujú teplo. Týmto spôsobom dokážu lokalizovať svoju korisť.

**Obr. 52** Ako vidí had (https://fity.club/lists/i/infrared-sensing-snakes/)

**Viditeľné svetlo** je úzky segment elektromagnetického spektra, na ktorý reaguje ľudské oko. Zvyčajne označujeme viditeľné svetlo ako svetlo s vlnovými dĺžkami medzi 400 nm a 750 nm. (Sietnica oka v skutočnosti reaguje na najnižšie ultrafialové frekvencie, ale tie sa na sietnicu normálne nedostanú, pretože sú absorbované rohovkou a šošovkou oka.)

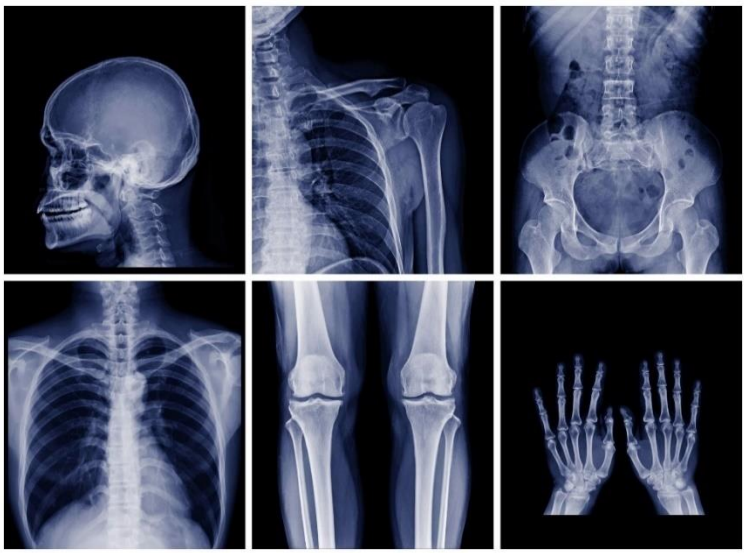
Červené svetlo má najnižšie frekvencie a najdlhšie vlnové dĺžky, zatiaľ čo fialové svetlo má najvyššie frekvencie a najkratšie vlnové dĺžky. Živé organizmy (rastliny a živočíchy) sa prispôsobili prostrediu tak, aby využívali a reagovali na určité časti elektromagnetického spektra, v ktorom sa nachádzajú. Človek využíva najmä viditeľne svetlo. Rastliny sú však selektívnejšie. Fotosyntéza využíva časti viditeľného spektra na tvorbu cukrov.

Slnko je zdrojom celého spektra **ultrafialového žiarenia** a väčšina tohto žiarenia je blokovaná atmosférou. Ultrafialové žiarenie znamená „nad fialovou“. Elektromagnetické frekvencie ultrafialového žiarenia (UV) siahajú nahor od fialového žiarenia, čo je viditeľné svetlo s najvyššou frekvenciou. Slnečné UV žiarenie sa delí na tri oblasti: **UV-A (320 – 400 nm), UV-B (290 – 320 nm) a UV-C (220 – 290 nm)**, zoradené od dlhých po kratšie vlnové dĺžky (od menších po väčšie energie). Väčšina UV-B (vyvoláva starnutie kože) a všetko UV-C je absorbované molekulami ozónu ($O_3$) v hornej atmosfére. V dôsledku toho 99 % slnečného UV žiarenia dosahujúceho zemský povrch tvorí UV-A. Ultrafialové žiarenie sa používa aj na sterilizáciu.

V múzeách je častokrát zakázané používať fotoaparát s bleskom, pretože UV žiarenie z blesku môže spôsobiť degradáciu umeleckých diel. Umelecké diela (obrazy) majú často pred sebou hrubú vrstvu skla, ktorá je špeciálne upravená tak, aby absorbovala UV žiarenie.

S ultrafialovým žiarením sa spája aj produkcia vitamínu D v koži (*epidermis*). Jeho nedostatok je pre ľudský organizmus nebezpečný – napr. spôsobuje rachitídu (krivicu) alebo osteoporózu.

**X -lúče** alebo inak **röntgenové žiarenie** má nepriaznivé účinky na živé bunky – preniká a ovplyvňuje viac než len povrchové vrstvy buniek. Vystavovanie sa röntgenovému žiareniu môže byť pre človeka nebezpečné. Napr. röntgenové rádioterapie využívajú tieto účinky na boj proti rastu zhubných nádorov. Röntgenové snímky tela sú však v modernej medicíne nevyhnutným diagnostickým nástrojom. Medicínske zobrazovanie umožňuje neinvazívnu detekciu zubných kazov, zlomenín kostí, identifikáciu cudzích predmetov v tele a pod. Okrem klasických RTG snímok sa využíva aj ďalšia (novšia) röntgenová zobrazovacia technika, tzv. počítačová tomografia (CT) a mamografia.

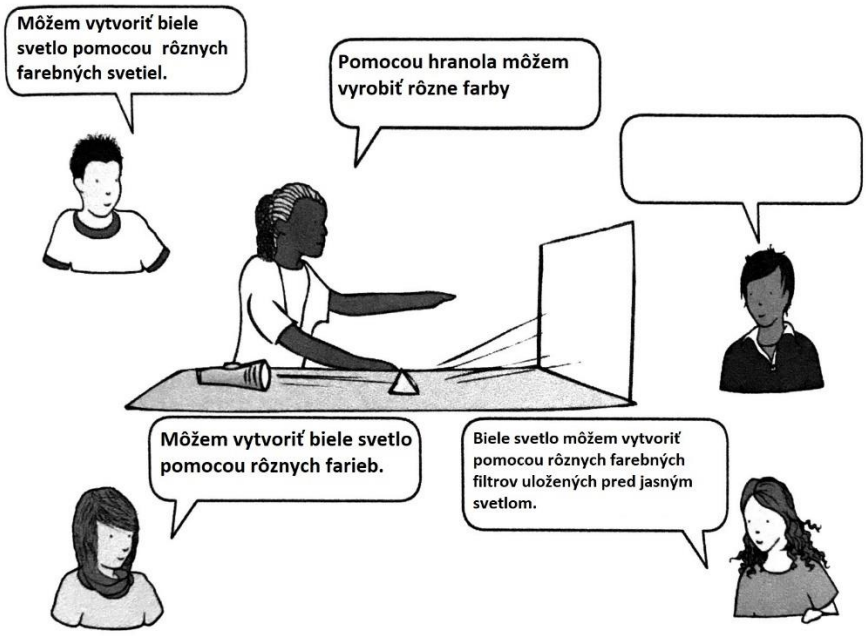


**Obr. 53** RTG snímky (https://www.dynamicanatomycourses.com/level-1-dynamic-anatomy-course)

**Gama lúče** majú najvyššie energie, najkratšie vlnové dĺžky a najvyššie frekvencie. Tieto typy žiarenia s vyššou frekvenciou patria medzi najnebezpečnejšie pre ľudí a môžu spôsobiť poškodenie preniknutím cez kožu a poškodením buniek. Sú produkované najteplejšími a najenergetickejšími objektmi vo vesmíre. Gama lúče majú vlastnosti identické s röntgenovým žiarením rovnakej frekvencie – líšia sa iba zdrojom. Pri vyšších frekvenciách sú gama lúče prenikavejšie a viac škodlivé pre živé tkanivo.

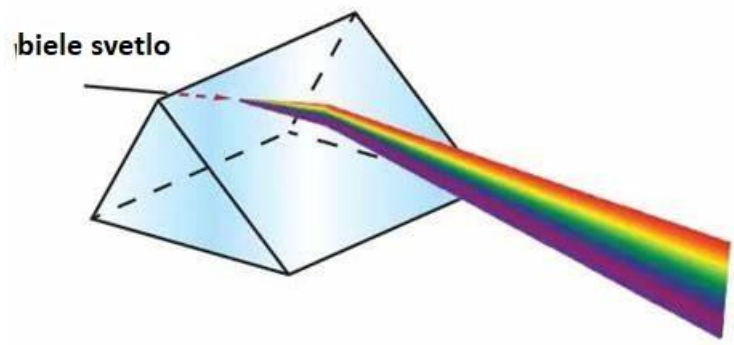
**Viditeľné svetlo – farebné spektrum**

Prezrite si nasledujúci obrázok s názvom Hranol, ktorý rieši, aké výsledné svetlo vznikne po kombinovaní rôznych farieb (náter), farebných svetiel, či dokonca farebných filtrov.




**Obr. 54** Concept cartoons© Hranol (Keogh a Nalyor, 2022)

Ako sme už uviedli vyššie, svetlo, ktoré dokáže naše oko detegovať, sa označuje ako viditeľné svetlo. Toto svetlo sa nám javí ako biele, avšak v skutočnosti ide o zmes rôznych farieb, konkrétne 7 (červené, oranžová, žltá, zelená, modrá, indigová, fialová):




**Obr. 55** Disperzia svetla (https://www.sciencefacts.net/prism.html)

Každá farba alebo vlnová dĺžka, ktorá tvorí biele svetlo, sa láme alebo ohýba inak. Kratšie vlnové dĺžky (fialový koniec spektra) sa lámu najviac a dlhšie vlnové dĺžky (červený koniec spektra) sa lámu najmenej. Na obrazovke sa tak objaví vzor rôznych farieb.

Tento jav (rozdelenie bieleho svetla na jednotlivé farby) sa označuje ako **disperzia**. Deje sa to preto, lebo svetlo sa skladá z rôznych farieb. Keď prechádza cez predmety, ako sú optické hranoly alebo kvapky vody, každá farba sa láme pod iným uhlom. Toto ohýbanie vytvára nádherné zobrazenie farieb, ktoré vidíme. Biele svetlo je zmesou všetkých farieb, ktoré vidíme v dúhe. Je viditeľné ako súvislé spektrum od červenej po fialovú.

Tento jav skúmal už Newton okolo roku 1665 s použitím optického hranola. Keď študoval obrazy nebeských telies vytvorené šošovkou, všimol si sfarbenie na okrajoch obrazov. Aby to preskúmal, zatemnil svoju izbu a nechal úzky lúč slnečného svetla prejsť malým kruhovým otvorom v okenici, čím vytvoril kruhovú škvrnu bieleho svetla na protiľahlej stene. Do lúča slnečného svetla umiestnil trojuholníkový sklenený hranol a pozoroval, že lúč sa rozštiepil na farby dúhy.

**Obr. 56** Newtonove experimenty s hranolom (https://library.si.edu/exhibition/color-in-a-new-light/science)

Hranol spôsobuje spomalenie svetla. Je to spôsobené zmenou média šírenia, ktorá vedie k ohybom jeho dráhy v dôsledku javu lomu. Fialové svetlo je nad hranolom viac odchýlené ako červené svetlo. Po opustení hranola sa každá zložka vráti na svoju pôvodnú rýchlosť pred vstupom do hranola a môže sa opäť lámať. Hranol dokáže rozdeliť biele svetlo na rôzne farby, ktoré sme uviedli vyššie. Ak by sme použili 2 alebo viac hranolov, dokážeme kombinovať opäť rôzne farby. Rôzne farebné filtre alebo farby sú farebné (nemajú bielu farbu), pretože absorbujú niektoré farby z bieleho svetla. Ak pridáme ďalšiu farbu alebo viacero filtrov do svetelného zdroja, tak bude absorbovať viac farieb z bieleho svetla, takže nakoniec bude svetlo sivé alebo tmavé, nie biele.

Najlepší spôsob použitia hranola je umiestniť ho pred zdroj svetla, ako je slnečné svetlo a žiarovka s bielym svetlom, a za ním umiestniť tienidlo. Hranol rozptýli biele svetlo na jeho základné farby, čo pri pozorovaní na tienidle vytvára dojem dúhy.

**Šírenie svetla**

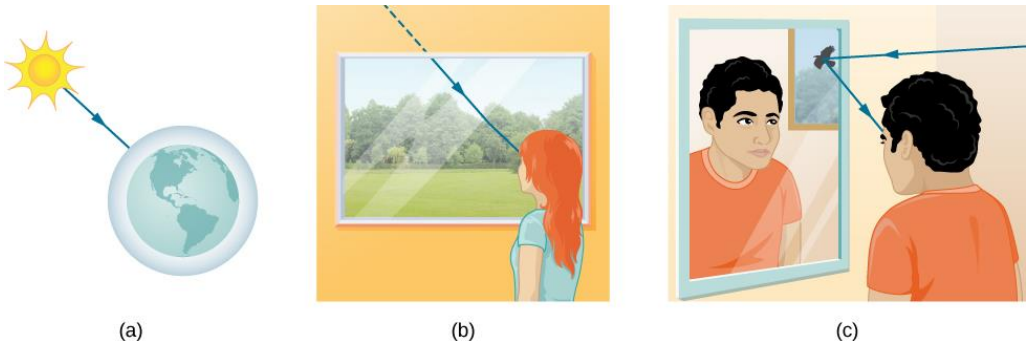
**Svetlo sa šíri priamočiaro,** avšak ak prechádza iným prostredím, nastáva jeho **lom alebo odraz**. To znamená, že svetlo zmení smer, keď narazí na objekty (napríklad zrkadlo) alebo pri prechode z jedného materiálu do druhého (napríklad pri prechode zo vzduchu do skla), ale potom pokračuje v priamke alebo inak, ako lúč. Slovo lúč pochádza z matematiky, kde označuje priamku, ktorá začína v určitom bode.

**Rýchlosť svetla v hmote je menšia ako vo vákuu**, pretože svetlo interaguje s atómami v materiáli. Rýchlosť svetla závisí od typu materiálu, pretože jeho interakcia sa mení v závislosti od rôznych atómov, kryštálových mriežok a iných podštruktúr.

Existujú tri spôsoby, akými sa svetlo môže šíriť zo zdroja na iné miesta:

a) Môže prichádzať priamo zo zdroja cez prázdny priestor, napríklad zo Slnka na Zem.
b) Môže sa šíriť cez rôzne médiá, ako je vzduch a sklo, k pozorovateľovi.
c) Svetlo môže tiež doraziť k pozorovateľovi po odraze, napríklad zrkadlom.

Vo všetkých týchto prípadoch môžeme modelovať dráhu svetla ako priamku, nazývanú **lúč**.

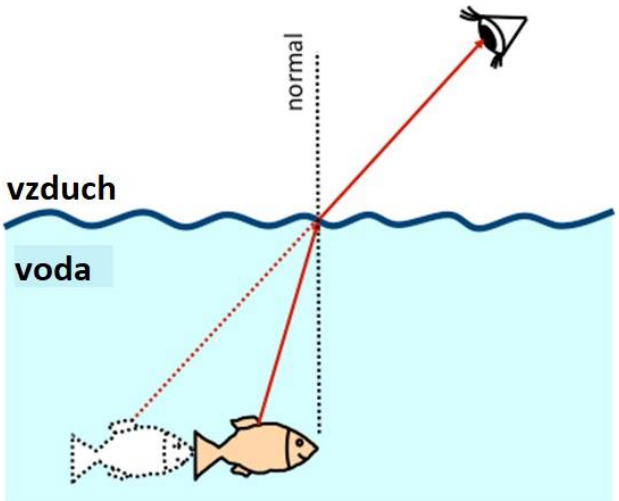



**Obr. 57** Šírenie svetla
(https://phys.libretexts.org/Bookshelves/University_Physics/University_Physics_(OpenStax)/University_Physics_III_-_Optics_and_Modern_Physics_(OpenStax)/01%3A_The_Nature_of_Light/1.02%3A_The_Propagation_of_Light)

Prezrite si nasledujúci obrázok, v ktorom sa rieši vnímanie zdanlivej a skutočnej hĺbky. Prezrite si výroky postáv na obrázku concept cartoons© a rozhodnite sa, s ktorým výrokom/výrokmi súhlasíte a prečo. Ak nesúhlasíte ani s jedným, vytvorte vlastný výrok.

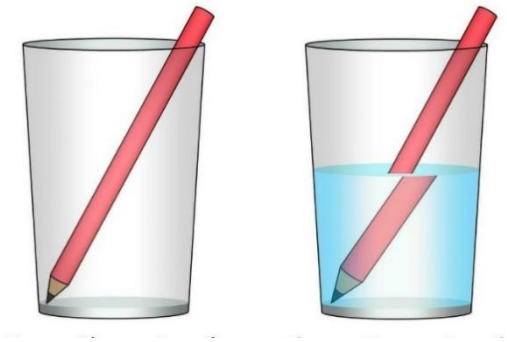
**Obr. 58** Concept cartoons© Skutočná a zdanlivá hĺbka (Naylor a kol., 2021)

Ako sme uviedli vyššie, keď svetlo prechádza z jedného prostredia do druhého, nastáva jeho ohyb, t.j. láme sa. V prostrediach, ktoré majú väčšiu hustotu ako vzduch (napr. voda alebo sklo), sa svetlo šíri pomalšie ako vo vzduchu. Keď sa zmení rýchlosť šírenia svetla, tak nastáva lom (ohyb) svetla, pri prechode z jedného prostredia do druhého. Keď svetlo dorazí do našich očí, náš mozog interpretuje to, čo vidí – ako keby sa svetlo pohybovalo po priamke a že sa neohýba. Preto sa nám bude zdať voda plytšia ako v skutočnosti je. Z toho dôvodu sa nám budú javiť predmety (napr. kameň) a ryby vo vode vyššie, t.j. bližšie pri hladine. Rýchlosť prúdenia vody však na toto zobrazovanie nevplýva (Naylor a kol., 2021).




**Obr. 59** Lom svetla (https://wiki.anton-paar.com/en/basics-of-refractometry/)

Podobnú situáciu možno navodiť aj použiť ceruzky, ktorú vložíme do pohára s vodou, čo môžete vyskúšať aj doma:

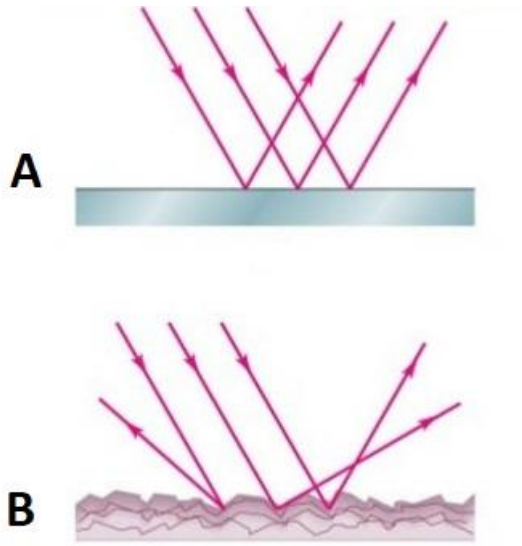


**Obr. 60** Lom svetla – pokus s ceruzkou (https://br.freepik.com/vetores-premium/refracao-do-lapis-de-experimento-de-luz-na-agua-ilustracao-em-vetor-de-ciencia-da-educacao-fisica_49884249.htm )

**Odraz svetla**

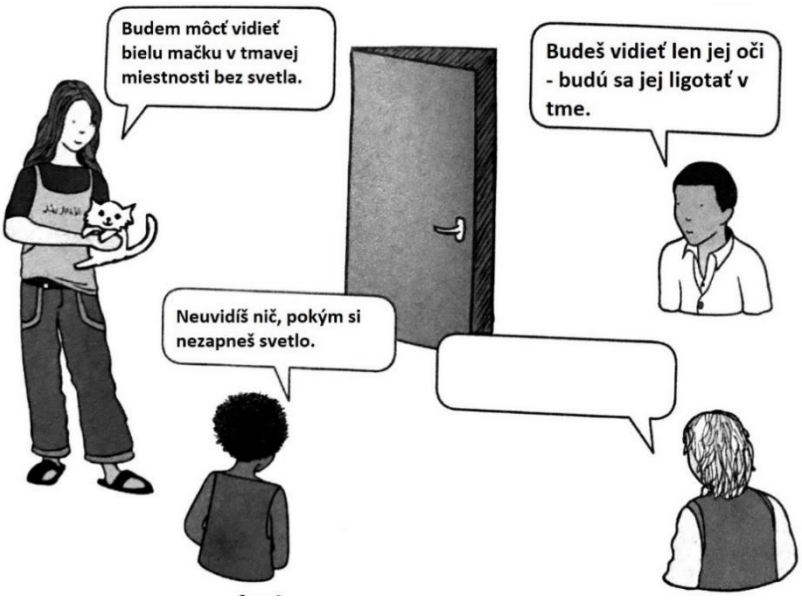
Premýšľali ste niekedy nad tým, prečo môžeme vidieť svoj obraz v zrkadle? A prečo sa nemôžeme vidieť na každej ploche? Napr. na stene? Je to kvôli javu známemu ako odraz. Svetelné vlny (ale aj zvukové vlny ) sa môžu odrážať.

Odraz svetla nastáva vtedy, keď sa svetelný lúč priblíži k hladkému leštenému povrchu a svetelný lúč sa odrazí späť, pričom sa všetky lúče odrazia pod rovnakým uhlom **a vytvárajú jediný lúč** (napr. zrkadlo, leštený kov, voda, viď obr. 61 situácia A). Ide o tzv. **zákon odrazu** (uhol dopadu = uhlu odrazu). Naopak, v prípade drsného povrchu sa lúče budú odrážať rôznymi smermi (viď. Obr. 61 situácia B):




**Obr. 61** Odraz svetla na rôznych povrchoch (https://www.slideshare.net/slideshow/lecture-33-reflection-and-refraction/30004756)

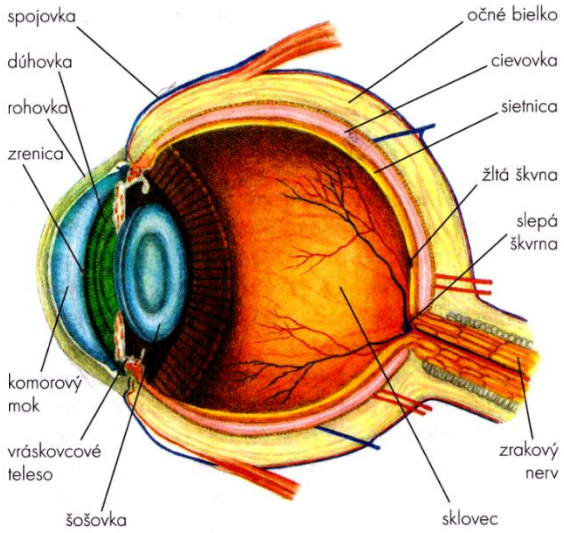
Prezrite si nasledujúci obrázok s názvom Biela mačka, kde sa rieši, či uvidíme bielu mačku v tmavej miestnosti bez svetla. Prečítajte si jednotlivé výroky a rozhodnite, s ktorým súhlasíte a prečo. Ak nesúhlasíte ani s jedným, pokúste sa vytvoriť vlastný:




**Obr. 62** Concept cartoons© Biela mačka (Keogh a Naylor, 2022)

Väčšina ľudí si myslí, že mačke v tme svietia oči, alebo že dokážeme v úplnej tme vidieť biele či lesklé predmety. Avšak to nie je pravda. Tma nie je opakom svetla, tma je nedostatok svetla. V prípade, že sa v miestnosti nenachádza absolútne žiadne svetlo, môžeme hovoriť o úplnej tme. Tú však nezažívame často, pretože v súčasnosti sa v našom prostredí nachádza vždy nejaký zdroj svetla (rôzne elektrické prístroje v miestnosti, príp. svetlo prichádzajúce do miestnosti z vonku). Oči mačky alebo biela farba, prípadne lesklé predmety svetlo len odrážajú. Aj keď sa nám zdá, že oči mačky v tme svietia, nie je to pravda. Vždy len odrážajú nejaké svetlo, ktoré sa nachádza v miestnosti. Ak by sa tam nenachádzalo absolútne žiadne svetlo, ktoré by sa mohlo odrážať, tak by sme bielu mačku, ani jej oči nevideli (Keogh a Naylor, 2022).

**Ako je možné, že vidíme?** Keď sa pozrieme okolo seba, vidíme rôzne predmety. Je to preto, že ich náš mozog rozpoznáva. Naše oči fungujú veľmi podobne ako fotoaparát. Svetlo sa odráža od predmetu pred nami a vstupuje do našich očí cez rohovku. Rohovka je číra tenká vrstva na vonkajšej strane oka. Jej úlohou je smerovať svetlo smerom k zrenici a dúhovke. Tieto dve časti spolupracujú na regulácii množstva svetla vstupujúceho do oka.



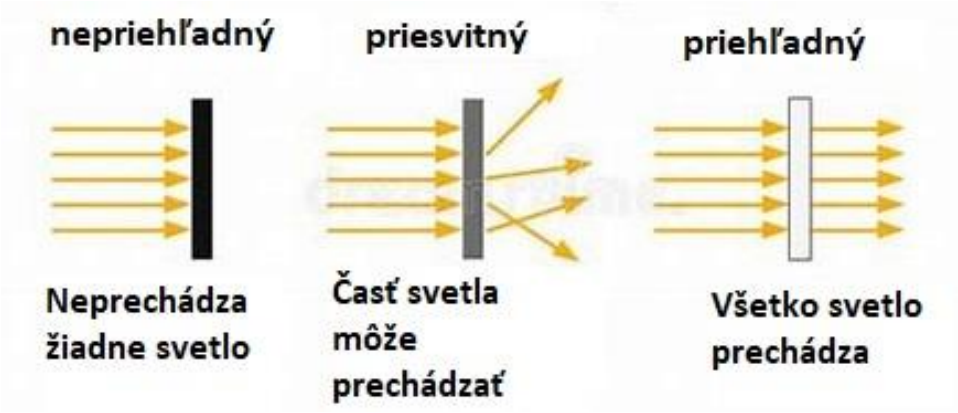

**Obr. 63** Stavba oka (https://encyklopediapoznania.sk/clanok/6438/zrak)

**Svetlo a tieň**

Tieň možno vysvetliť ako absenciu svetla. Ak chceme vysvetliť, čo je tieň, je potrebné sa zaoberať priehľadnými, nepriehľadnými a priesvitnými materiálmi.

**Priehľadné materiály** (sklo, voda) dokážu prepúšťať svetelné lúče. Naopak, **nepriehľadné materiály** (napr. kameň, stena) neprepúšťajú žiadne svetlo. Takéto objekty vrhajú tiene. Tieň je v skutočnosti len priestor alebo oblasť, kde nie je žiadne svetlo, pretože nepriehľadný objekt blokuje svetelné lúče. Vlastnosti tieňa ovplyvňuje aj poloha a intenzita zdroja svetla. Napríklad, predstavme si slnko ako zdroj svetla. Keď je skoro ráno alebo neskoro popoludní, môžeme si všimnúť, že tiene sú predĺžené. Ale na poludnie, keď je slnko priamo nad našou hlavou, je tieň krátky a tmavý. Tiež ste si mohli všimnúť, že na poludnie sú vytvorené tiene výraznejšie v porovnaní s tieňmi neskorého popoludnia alebo skorého rána, ktoré sú mierne rozmazané s

okrajmi, ktoré nie sú veľmi dobre definované. Tieto zmeny sú ovplyvnené vzdialenosťou od zdroja svetla a od uhla, pod ktorým dopadajú.




**Obr. 64** Prechod svetla rôznymi materiálmi (https://www.dreamstime.com/mediums-light-transparent-translucent-opaque-objects-d-rendering-image280644300)

Priehľadné materiály prepúšťajú väčšinu svetla. Priesvitné materiály prepúšťajú časť svetla. Priehľadné a priesvitné materiály však stále tvoria tiene, ale môžu byť slabé, rozmazané alebo farebné.

**Zvuk**

Zvuk je v skutočnosti vlna energie a šíri sa pomocou vĺn. Rozdiel vo zvuku (vyšší, nižší tón) je spôsobený tvarom týchto vĺn, ktoré sa stláčajú a rozťahujú v rovnakom smere, v ktorom sa šíria. Ide o **druh energie**, podobne ako je to v prípade svetla.

Prezrite si nasledujúci obrázok a popremýšľajte, ako sa šíri zvuk rôznym prostredím, v tomto prípade vo vode. Môžu nás ryby vo vode počuť?

**Obr. 65** Concept cartoons© Prenáša sa zvuk cez vodu? (Naylor a kol. 2021)

Zvuk je vibrácia, ktorá sa šíri médiom vo forme mechanickej vlny. Prostredie, v ktorom sa šíri, môže byť buď pevná látka, kvapalina, alebo plyn. Rýchlosť, akou sa zvukové vlny šíria prostredím, sa nazýva **rýchlosť zvuku.** Zvuk sa šíri najrýchlejšie v pevných látkach, relatívne pomalšie v kvapalinách a najpomalšie v plynoch. Interakcia medzi atómami v častici je závislá od vzdialenosti medzi nimi. Čím vyššia je interakcia medzi atómami, tým rýchlejšie sa prenáša energia. V pevných látkach sú atómy k sebe stlačené, takže interakcia medzi nimi je vysoká. Tým pádom je rýchlosť zvuku vyššia ako v kvapalinách a plynoch, kde sú častice medzi sebou vo väčšej vzdialenosti. Vo vákuu sa zvuk neprenáša (rovnako aj väčšina typov energie, okrem elektromagnetického žiarenia) (Naylor a kol. 2021).

Aj z toho dôvodu napríklad indiáni v minulosti prikladali ucho k zemi, aby zistili či sa stádo, ktoré sledovali, nachádza blízko alebo ďaleko. Prostredníctvom zeme sa zvuk šíril lepšie ako vzduchom.

Je ale možné zvuk zastaviť? Alebo odkloniť? Napríklad použitím viacerých vrstiev skla, alebo reflexného skla, ktoré by zvuk odrazilo? Prezrite si nasledujúce výroky a rozhodnite sa, s ktorým súhlasíte a prečo:

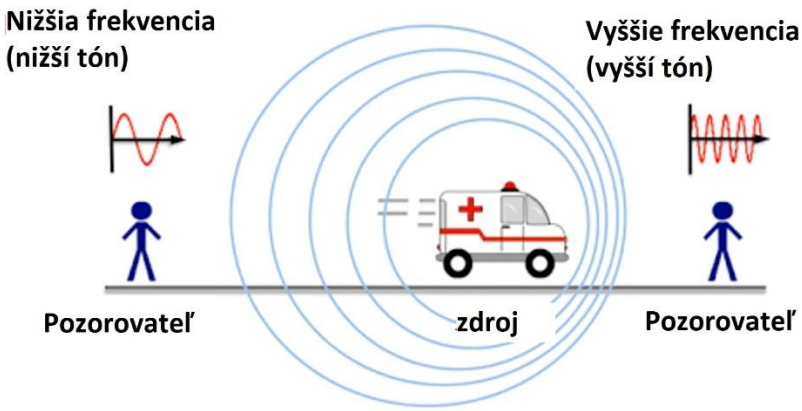
**Obr. 66** Concept cartoons© Ako funguje dvojité zasklenie? (Naylor a kol. 2021)

Keď zvukové vlny narazia na sklo, prenesú sa tieto vlny (energia) na sklo a spôsobia jeho vibrovanie. Aj napríklad vo filmoch často vidíme, že ak je niečo veľmi nahlas, rinčí sklo a všetko sa trasie. Časť zvukových vĺn sa však aj odrazí, časť sklo mierne zohreje a časť cez neho prejde. Ak okno pozostáva z 2 vrstiev skla, musí zvuk prekonať 2x viac prekážok. Plus navyše obsahuje aj vzduch, ktorý nie je dobrým zvukovým vodičom.

**Dopplerov efekt**

Ide o jav, ktorý nám vysvetľuje to, ako počujeme zvuk prichádzajúci z rôznych smerov, respektíve, či ide o zvuk z prichádzajúceho objektu, či vzďaľujúceho sa. Ak počujeme po ceste prichádzať sanitku so zapnutými sirénami (smerom k nám), tak budeme počuť vysoký tón zvuku. Je to z dôvodu, že prichádzajúce auto ide v smere ako pohybujúca sa zvuková vlna, čo

má za následok to, že tieto vlny sa k sebe približujú a prichádzajú k nám častejšie. Akonáhle auto so zapnutými sirénami okolo nás prejde, bude zvuk zo sirén nižší.

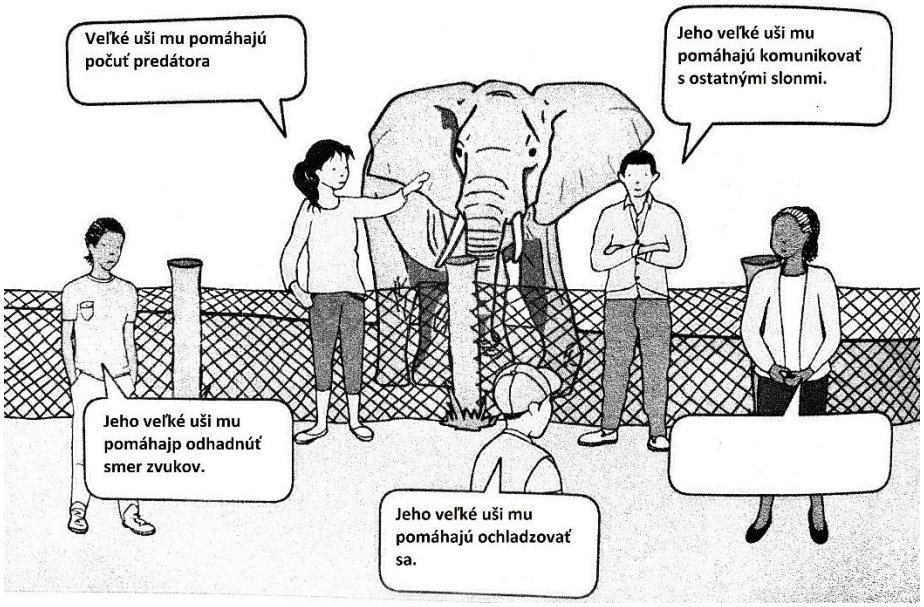



**Obr. 67** Dopplerov efekt (https://scienceready.com.au/pages/dopplers-effect; upravené autorom)

**Sluch**

Sluch je vnímanie zvuku. Normálny ľudský sluch zahŕňa frekvencie od 20 do 20 000 Hz. Zvuky pod 20 Hz sa nazývajú **infrazvuk**, zatiaľ čo zvuky nad 20 000 Hz sú **ultrazvuk**. Ani jeden z nich nie je vnímaný uchom, hoci infrazvuk možno niekedy cítiť ako vibrácie. Niektoré živočíchy majú sluchové rozsahy odlišné od ľudských. Psy počujú zvuky až do výšky 30 000 Hz, zatiaľ čo netopiere a delfíny počujú zvuky až do výšky 100 000 Hz. Možno ste si všimli, že psy reagujú na zvuk psej píšťalky, ktorá produkuje zvuk mimo dosahu ľudského sluchu. Je známe, že slony reagujú na frekvencie pod 20 Hz.

Súvisí veľkosť ušnice s lepšou schopnosťou počuť? Prečo majú niektoré živočíchy veľké a niektoré malé ušnice? Prezrite si nasledujúci obrázok a rozhodnite, s ktorým výrokom súhlasíte a prečo. Svoju odpoveď zdôvodnite.




**Obr. 68** Concept cartoons© Veľké uši slona (Naylor a kol. 2021)

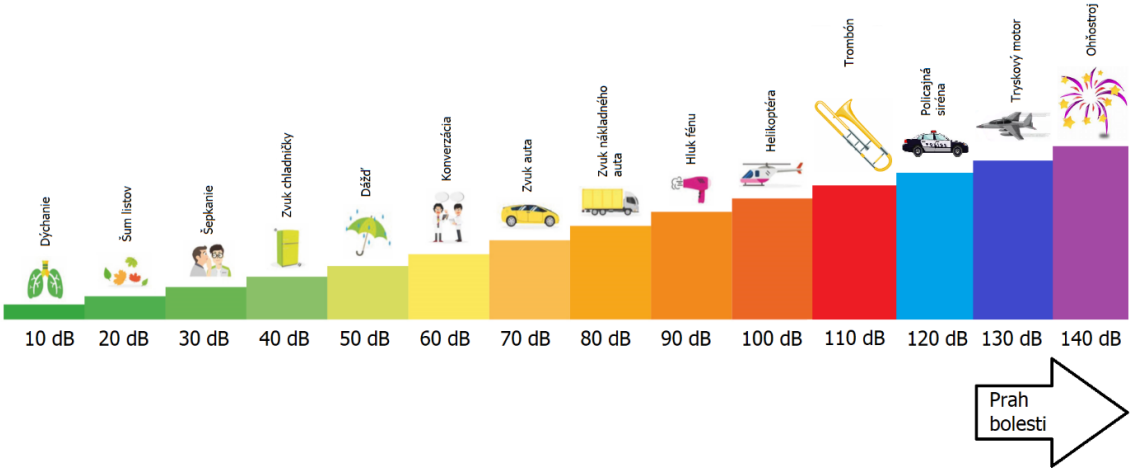
Počujeme tak, že naše uši spracúvajú zvukové vlny vytvárané objektom. Objekt vytvára vlny vibrovaním. Keď objekt vibruje, tlačí na okolitý vzduch. Vibrácie spôsobujú rozpínanie a stláčanie vzduchu. To spôsobuje oblasti vysokého a nízkeho tlaku, keď sa zvuk pohybuje smerom k našim ušiam vo forme vĺn. Predstavte si napríklad kovovú pružinu. Keď zatlačíme na jeden koniec pružiny, tá sa stlačí. Táto oblasť sa pomaly pohybuje po celej dĺžke pružiny, kým nedosiahne druhý koniec. Ako sa pružina ďalej pohybuje, stlačená oblasť sa začne naťahovať (Naylor a kol. 2021).

**Ušnica** zachytáva a usmerňuje zvukové vlny smerom do zvukovodu a následne prechádzajú úzkym priechodom nazývaným **zvukovod**, ktorý vedie k bubienku. **Bubienok** (jemná blana) vibruje z prichádzajúcich zvukových vĺn a vysiela tieto vibrácie do troch drobných kostičiek (najmenšie v ľudskom tele) v strednom uchu. Tieto kostičky sa nazývajú **kladivko, nákovka a strmienok**. Kostičky v strednom uchu zosilňujú alebo zvyšujú zvukové vibrácie. Posledná z nich, strmienok, spája stredné ucho s vnútorným. Tieto vibrácie postupujú k útvaru v tvare **slimáka** naplneného tekutinou vo vnútornom uchu. Rozvibrovanie tejto tekutiny vyvoláva **nervové vzruchy** smerujúce do mozgu.

Ušnice pomáhajú zachytávať zvukové vlny. Avšak u slona plnia aj inú funkciu. Slúžia na termoreguláciu telesnej teploty. Keďže sú slony obrovské a vyskytujú sa najmä v teplom prostredí, vyvinula sa im adaptácia na reguláciu telesnej teploty v podobe veľkých ušníc. V horúcom počasí slony mávajú ušnicami, aby vytvorili vánok. Toto prúdenie vzduchu im pomáha ochladzovať krv v ušniciach až o 6°C, kým sa vráti späť do tela. Okrem toho im slúžia na komunikáciu s inými slonmi či možnými predátormi – keď ich roztiahnu doširoka pôsobia ešte väčším dojmom. Tiež ich využívajú v období párenia, kedy samce rozširujú svoju vôňu do okolia práve mávaním ušnicami.

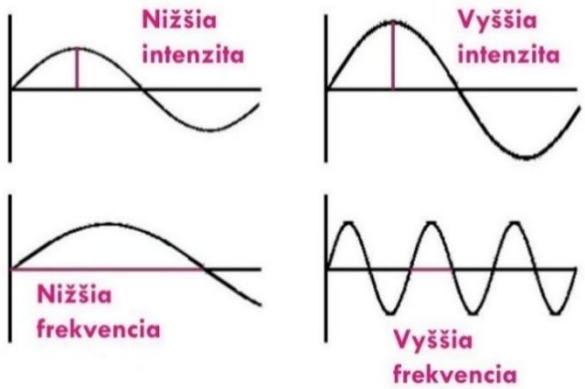
**Hluk a hudba**

Náš mozog dokáže zistiť rozdiel medzi hudbou a hlukom. Rovnako vieme rozoznať aj to, či hudbu vytvára klavír alebo husle. Dôvodom je, že každý nástroj produkuje charakteristickú sadu frekvencií rôznej intenzity. **Vlnová dĺžka určuje frekvenciu zvuku.** Vlnová dĺžka je vzdialenosť medzi vlnami. Čím kratšia je vlnová dĺžka, tým vyššia je frekvencia zvuku. **Frekvencia sa meria v hertzoch** (Hz). Jeden hertz zodpovedá jednému cyklu – v tomto prípade jednej zvukovej vlne – za sekundu. **Intenzita zvuku nám hovorí o jeho hlasitosti**. Jednotkou intenzity zvuku v logaritmickej mierke je bel, značka B. V praxi sa používa 10-krát menšia jednotka – decibel (dB, viď. Obr. 69). Rozsah intenzít zvuku, ktoré môžeme vnímať sluchom, je veľký. Najtichšiemu zvuku, ktorý ľudské ucho zaregistruje je priradená intenzita 0 dB. Táto hodnota sa nazýva aj **prah počuteľnosti**. Zvuku, ktorý môže poškodiť naše ucho, tzv. **prah bolesti,** odpovedá intenzita 120 dB. Ľudská reč má približne 60 decibelov.




**Obr. 69** Intenzita rôznych zvukov (https://encyklopediapoznania.sk/clanok/1827/zvukova-amplituda-decibel-hladiny-hluku)

Okrem toho **frekvencia určuje výšku tónu**. Vysoké tóny majú vysokú frekvenciu. Nízke tóny majú nízku frekvenciu. Naše vnímanie týchto kombinácií frekvencií a intenzity nazývame **kvalitou tónu** alebo **častejšie zafarbením zvuku**. Zafarbenie je značne subjektívne.




**Obr. 70** Intenzita a frekvencia zvuku (https://www.slideserve.com/niel/zvuk)

**Otázky a úlohy:**

1. Ako sa k sebe správajú súhlasné a nesúhlasné póly dvoch magnetov?
2. Čo sa stane s magnetom, ak ho zlomíme na 2 polovice? Svoju odpoveď vysvetlite.
3. Uveďte, v akých formách sa vyskytuje elektrina.
4. Je pravda, že ten istý objekt bude mať na rôznych planétach Slnečnej sústavy rôznu hmotnosť? Svoju odpoveď odôvodnite.
5. Je možné, aby sme videli v úplnej tme? Svoju odpoveď vysvetlite.
6. Prečo sa nám zdajú predmety vo vode bližšie k hladine vody než v skutočnosti sú?
7. Ako sa šíri zvuk rôznym prostredím (kvapalné, plynné, pevné)?

# 3 Sily

**K zmene pohybu telesa je potrebná výsledná sila naň pôsobiaca**

Sila pôsobiaca na objekt nie je vnímaná priamo, ale je detekovaná jej vplyvom na pohyb alebo tvar objektu. Ak sa objekt nepohybuje, sily, ktoré naň pôsobia, sú rovnakej veľkosti a opačného smeru, pričom sa navzájom vyvažujú. Keďže gravitácia ovplyvňuje všetky objekty na Zemi, vždy existuje iná sila, ktorá pôsobí proti gravitácii, keď je objekt v pokoji. Nevyvážené sily spôsobujú zmenu pohybu v smere výslednej sily. Keď protichodné sily pôsobiace na objekt nie sú v rovnakej priamke, spôsobujú otáčanie alebo skrútenie objektu. Tento efekt sa používa v niektorých jednoduchých strojoch.

V období od 5-7 rokov sa zameriavame v tejto téze na sily a ich pôsobenie: sily môžu tlačiť, ťahať alebo krútiť objekty, čím menia ich pohyb alebo tvar. Sily pôsobia v určitých smeroch. Rovnaké sily pôsobiace v opačných smeroch v tej istej línii sa navzájom rušia a opisujú sa ako rovnováha. Pohyb objektov sa zmení, ak sily pôsobiace na ne nie sú v rovnováhe.

Vo veku od 7-11 sa táto predstava obohacuje o ďalší koncept, a to je rýchlosť. Rýchlosť pohybujúceho sa objektu je mierou toho, akú vzdialenosť prejde za určitý čas. Ako rýchlo sa zmení pohyb objektu, závisí od pôsobiacej sily a hmotnosti objektu. Čím väčšia je hmotnosť objektu, tým dlhšie trvá jeho zrýchlenie alebo spomalenie, čo je vlastnosť hmotnosti opisovaná ako zotrvačnosť (Harlen, 2015).

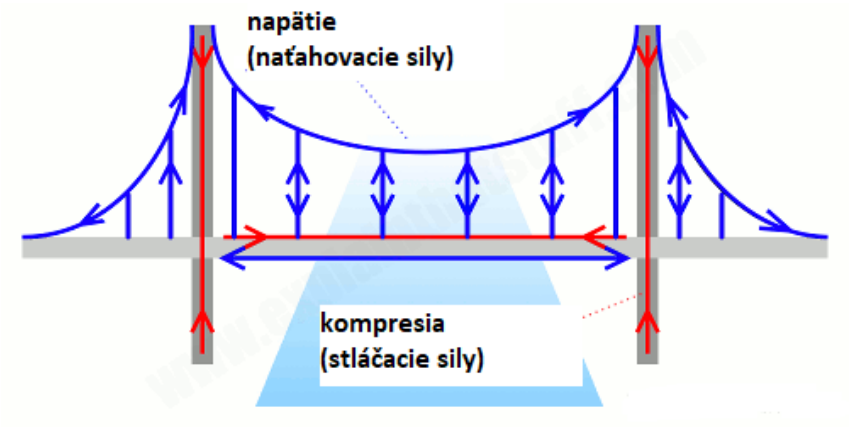
**Sily**

Keď stojíme na ulici a poobzeráme sa okolo seba, vidíme mnoho pohybujúcich sa predmetov či ľudí. Okolo nás prejde množstvo automobilov, v pozadí počujeme prichádzať vlak na vlakovú stanicu a na oblohe vidíme biely pás, ktorý tam zanechalo lietadlo. Aj ľudia okolo nás kráčajú, idú na bicykli či na kolobežke. Tento **pohyb je výsledkom pôsobenia síl.**

Vo fyzike a iných vedách je sila *tlak* alebo *ťah* pôsobiaci na hmotu, ktorý môže zmeniť pohyb objektu. Sila je vektorová veličina, čo znamená, že má veľkosť aj smer. Sila (v oblasti mechaniky) je akékoľvek pôsobenie, ktoré má tendenciu udržiavať alebo meniť pohyb telesa alebo ho deformovať. Pôsobiace sily môžu meniť tvar objektu, môžu meniť jeho rýchlosť alebo aj smer jeho pohybu.

Pojem sily sa bežne vysvetľuje pomocou troch pohybových zákonov Isaaca Newtona, ktoré sú uvedené v jeho diele *Principia Mathematica* (1687).

Podľa ***Newtonovho prvého pohybového zákona*** teleso, ktoré je v pokoji alebo sa pohybuje rovnomernou rýchlosťou po priamke, zostane v tomto stave, kým naň nepôsobí určitá sila. Vlastnosť objektu zachovávať svoj pohybový stav (v pokoji alebo rovnomernom priamočiarom pohybe) sa označuje ako **zotrvačnosť**. Nemožno povedať, že ak sa objekt nehýbe, nepôsobia na neho žiadne sily. V tomto prípade sa tieto vonkajšie sily kompenzujú. Hovoríme, že **sily sú vyvážené** – ich pôsobenie proti sebe je rovnaké, a tým pádom sa rušia.




**Obr. 71** Konštrukcia mosta (https://www.explainthatstuff.com/motion.html)

Obrázok znázorňuje pôsobenie síl na moste. Most musí zvládnuť hmotnosť automobilov, ktoré po ňom prejdú, pričom ho gravitačná sila ťahá smerom dole. Most je stabilný vďaka silám, ktoré pôsobia v závesných lanách, ktoré most ťahajú smerom hore (t.j. proti smeru gravitácie). Tým pádom sú pôsobiace sily v rovnováhe a most je pevný.

Prezrite si nasledujúci obrázok, v ktorom sa rieši, ako bude lopta letieť po tom, ako ju hodíme.

**Obr. 72** Concept cartoons© Čo sa stane, keď hodíš loptu? (Naylor a kol., 2021)

Ak na zrýchlenie lopty použijeme silu, zrýchlenie bude priamo súvisieť s jej hmotnosťou. Ak znížime hmotnosť lopty na polovicu, tá istá sila spôsobí jej dvojnásobné zrýchlenie. Keď sa lopta pohybuje, dôležitú úlohu tu zohráva odpor vzduchu. Čím rýchlejšie sa bude pohybovať, tým väčšie bude trenie (odpor) medzi loptou a vzduchom, čo sa prejaví v jej spomaľovaní. Ak sa rýchlosť lopty zdvojnásobí, odpor sa zvýši štvornásobne ($2^2 = 4$). Ak by sme chceli dosiahnuť vysokú rýchlosť lopty, musíme brať do úvahy tento vzťah, a to jej rýchlosť a odpor vzduchu. Keď ju hodíme silnejšie, bude letieť rýchlejšie a ďalej. Vzdialenosť, ktorú táto lopta prejde

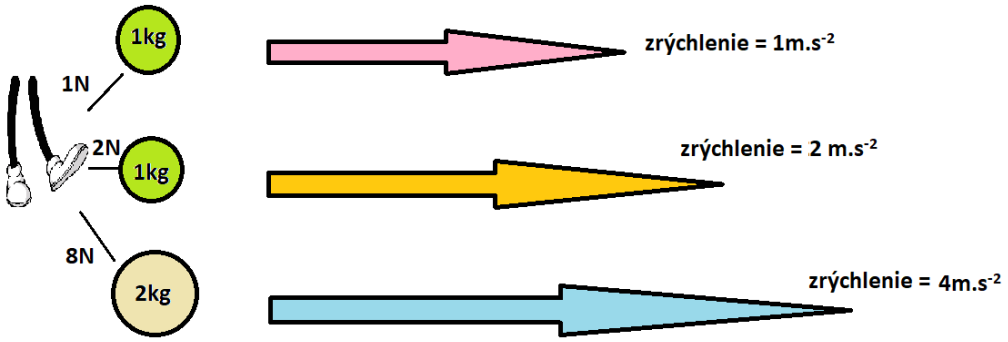
závisí od odporu vzduchu, uhla, pod ktorým bola hodená  a od toho, či sa otáča, pretože to môže zmeniť jej dráhu (Naylor a kol., 2021).

Vyššie uvedený obrázok sa zameriava na ***druhý Newtonov pohybový zákon,*** ktorý hovorí, že keď na teleso pôsobí vonkajšia sila, vyvolá **zrýchlenie** (zmenu rýchlosti) telesa v smere sily. Veľkosť zrýchlenia je priamo úmerná veľkosti vonkajšej sily a nepriamo úmerná množstvu hmoty v telese. To znamená, že ak na objekt pôsobíme silou, dochádza k zrýchleniu pohybu alebo k jeho zmene smeru. Rýchlosť možno vysvetliť ako zmenu polohy objektu za určitý čas. Zrýchlenie predstavuje zmenu rýchlosti objektu, pričom  je potrebná väčšia sila. Pri zmene smeru pohybu dochádza k zrýchleniu.

**Obr.73** Zrýchlenie objektu ([https://www.slideshare.net/slideshow/newton-second-law-of-motion/39158512](https://www.slideshare.net/slideshow/newton-second-law-of-motion/39158512); upravený autorom)

To znamená, že sila pôsobiaca na teleso sa rovná vynásobeniu hmotnosti telesa a jeho zrýchlenia (F = m x a).

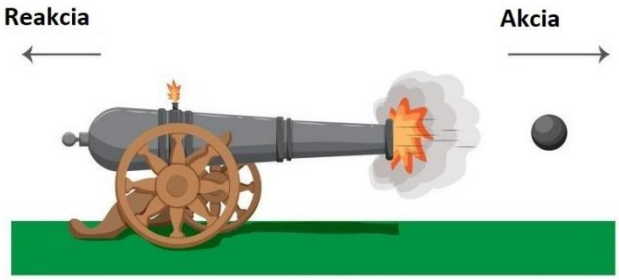
Keď kopneme do lopty veľmi slabo (vynaložíme malú silu), lopta bude zrýchľovať rovnomerne. Toto zrýchlenie je rovné podielu nami vynaloženej sily a hmotnosti lopty (a = F/m).

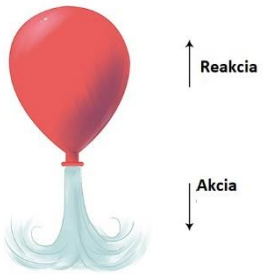



**Obr. 74** Zrýchlenie lopty v závislosti od jej hmotnosti a vynaloženej sily

Keď kopneme do lopty rovnakej hmotnosti (1kg), avšak dvojnásobnou silou (2N), aj zrýchlenie lopty bude 2x väčšie. Ak však kopneme do lopty s väčšou hmotnosťou (2kg), budeme musieť aj vynaložiť väčšiu silu, aby sa lopta pohla. Napríklad, ak vynaložíme silu veľkosti 8N, zrýchlenie bude o 4x väčšie ako v prípade prvej situácie.

***Newtonov tretí pohybový zákon*** hovorí, že keď jedno teleso pôsobí silou na iné teleso, druhé teleso pôsobí rovnakou silou na prvé teleso. Každá akcia vyvolá reakciu opačného smeru. Tento **princíp akcie a reakcie** vysvetľuje, prečo má sila tendenciu deformovať teleso (t. j. meniť jeho tvar), či už spôsobuje pohyb telesa alebo nie. Deformáciu telesa možno pri skúmaní jeho pohybu zvyčajne zanedbať.



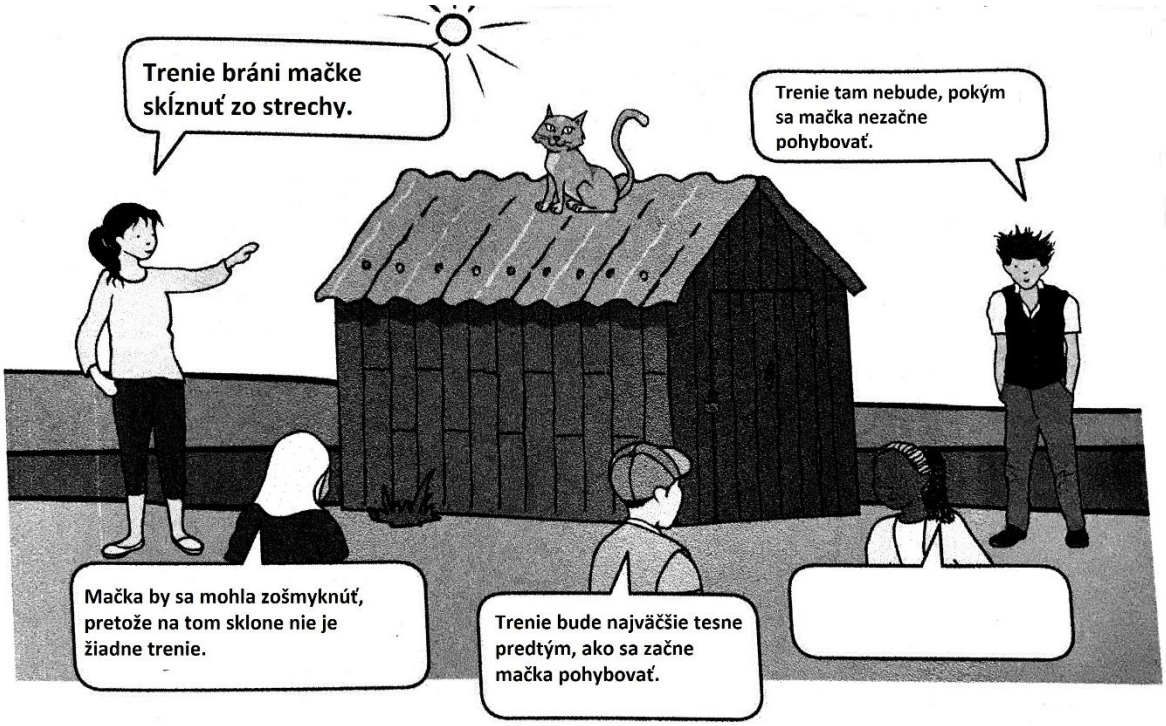




**Obr.75 a 76** Akcia a reakcia (https://www.vecteezy.com/vector-art/21967743-newton-third-law-of-motion-infographic-diagram-showing-action-reaction-force-direction-example-of-cannon-and-cannon-ball; https://mammothmemory.net/physics/newtons-laws-of-motion/newtons-third-law--examples/newtons-third-law-examples.html; upravené autorom)

**Trenie**

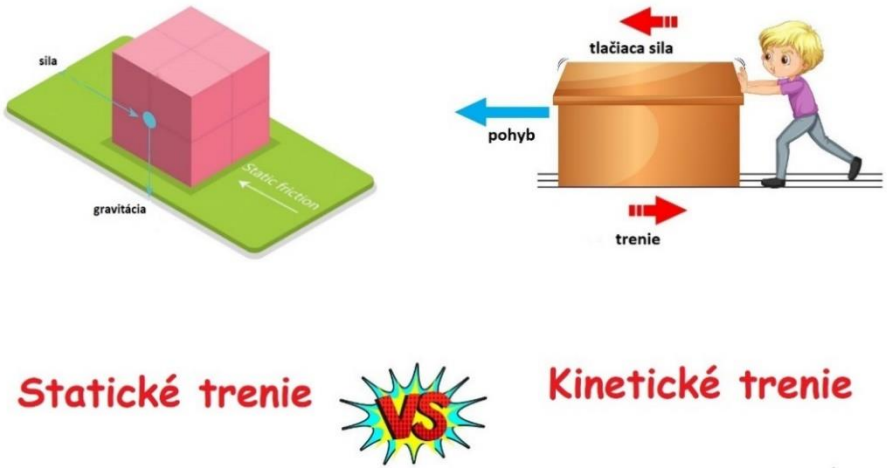
Trenie možno jednoducho označiť ako **brzdiacu silu**, ktorá pôsobí proti smeru pohybujúceho sa objektu. Trenie a jeho pôsobenie je taktiež súčasťou našich životov. Využívame ho napríklad aj pri chôdzi. Vďaka nemu dokážeme chodiť, nespadnúť a aj zastaviť. Keď sa dva predmety o seba trú, trenie spôsobuje, že sa časť energie pohybu premení **na teplo.** Preto, keď si napr. šúchame o seba dlane, pociťujeme teplo. Niektorí vedci trenie nepovažujú za silu (ako je gravitačná alebo elektromagnetická), ale domnievajú sa, že je výsledkom elektromagnetickej príťažlivosti medzi nabitými časticami na dvoch dotýkajúcich sa povrchoch.

Na nasledujúcom obrázku sa rieši situácia, kedy a kde sa vyskytuje trenie. Prezrite si jednotlivé výroky a rozhodnite, s ktorým výrokom/výrokmi súhlasíte a prečo.




**Obr. 77** Concept cartoons© Ako kĺzanie ovplyvňuje trenie (Naylor a kol., 2021)

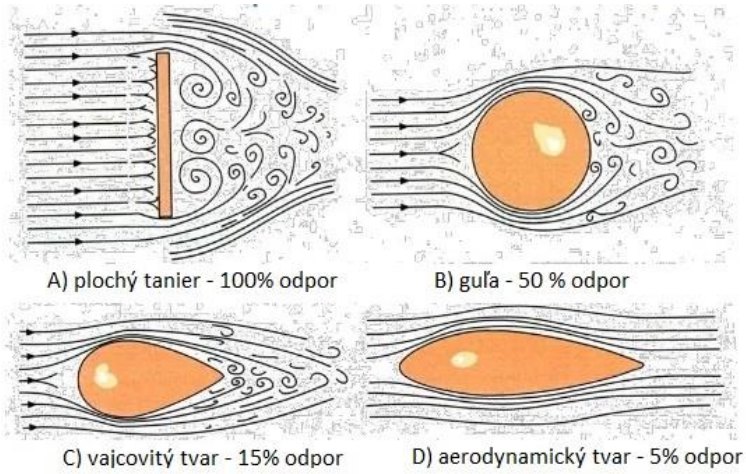
Rozoznávame **dva hlavné typy trenia: statické a kinetické** (viď. Obr. 78). Statické trenie pôsobí medzi dvoma povrchmi, ktoré sa voči sebe nepohybujú (pôsobí proti vzniku relatívneho pohybu), zatiaľ čo kinetické trenie (pôsobí proti zrýchleniu objektu) pôsobí medzi objektmi v pohybe. Kinetické trenie je vždy menšie ako statické. Mačka dokáže sedieť na šikmej streche a nešmyknúť sa dole, ak je statické trenie dostatočne veľké na to, aby vyvážilo gravitačnú silu, ktorá ju ťahá dole. Ak by bola strecha klzká alebo veľmi strmá, môže nastať situácia, kedy gravitačná sila bude väčšia ako statické trenie a mačka by sa šmýkala dole. V prípade, keď sa mačka začne po streche pohybovať, nastáva kinetické trenie. Ako sme uviedli, tento typ trenia je menšie ako statické. Z toho dôvodu bude najväčšie trenie tesne predtým, ako sa začne mačka pohybovať (Naylor a kol., 2021).




**Obr.78** Statické a kinetické trenie (https://diffeology.com/difference-between-static-friction-and-kinetic-friction/; upravené autorom)

Vo všeobecnosti možno povedať, že **drsnejšie povrchy spôsobujú väčšie trenie**, na rozdiel od hladkých. To však neznamená, že pri hladkých povrchoch sa trenie nenachádza. V prírode neexistuje prostredie, kde by sa trenie nevyskytovalo. Trenie možno zmenšiť tým, že povrch objektov spravíme hladším alebo použitím mazania. Medzi dva objekty, medzi ktorými nastáva trenie, umiestnime **„kĺzavú látku“** (napr. olej, vazelína), čo uľahčí posun týchto objektov. Tzn., trenie sa zmenší. Znižovanie trenia má aj svoj význam, pretože spôsobuje napríklad opotrebovanie prevodov bicyklov a iných mechanických častí.

**V kvapalinách** a **vo vzduchu** sa trenie označuje ako ***odpor***. V kvapaline ide o odpor medzi pohybujúcimi sa vrstvami tekutiny, ktorý je tiež známy ako viskozita (pozri viac téza 1). Zo skúsenosti vieme, že pohyb vo vode je ťažší ako na súši. Keď plávame vo vode, voda na nás pôsobí tlakom proti smeru nášho pohybu a spomaľuje nás kvôli vznikajúcemu odporu. Aj tento odpor možno prekonať tak, že objekty vo vode majú aerodynamický tvar.



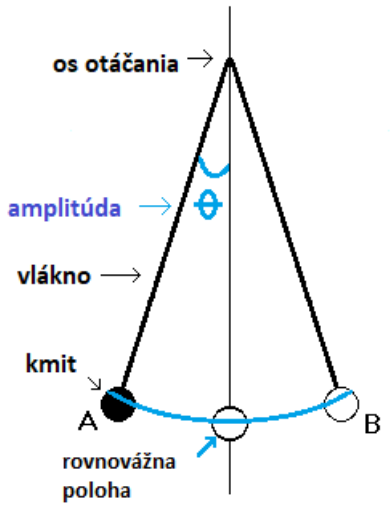

**Obr. 79** Vplyv tvaru objektu na veľkosť odporu (https://www.reddit.com/user/ljetibo/)

Najlepší aerodynamický tvar je ten, ktorý minimalizuje odpor vzduchu, maximalizuje vztlak a zlepšuje celkovú účinnosť. Medzi kľúčové charakteristiky optimálneho aerodynamického tvaru patrí zakrivená plocha (viď príklad D na obr.79), zužujúca sa predná časť, tupá zadná časť, či symetrický tvar. Predstavte si tvar slzy, kde je zadná časť úzka a predná časť je širšia. Tento tvar umožňuje plynulé prúdenie vzduchu po povrchu, čím sa znižuje turbulencia a odpor. Príkladom je tvar strely, ktorý je optimalizovaný pre rýchlosť, vďaka špicatej prednej časti. Táto konštrukcia zaisťuje, že vzduch prúdi okolo strely s minimálnym odporom, vďaka čomu sa pohybuje rýchlejšie a ďalej. Napríklad pri výrobe automobilov výrobcovia používajú aerodynamické tunely na testovanie rôznych tvarov, aby našli taký, ktorý vytvára najmenší odpor. Minimalizáciou odporu môžu vozidlá prejsť dlhšie trasy s menšou spotrebou paliva, čím sa stávajú efektívnejšími a ekologickejšími.

## Kyvadlo

### Jednoduché kyvadlo

Kyvadlo zohralo významnú úlohu v histórii merania času ako jednoduché zariadenie, ktorého periódu kmitania môžeme jednoducho a pomerne presne nastaviť zmenou jediného parametru, ktorým je **dĺžka závesu kyvadla**. Kyvadlom môže byť každé pevné teleso, ktoré sa otáča okolo vodorovnej osi umiestenej nad jeho ťažiskom.




**Obr. 80** Kyvadlo (https://www.1728.org/pendulum.htm; upravené autorom )

**Frekvencia** (počet kmitov za 1 sekundu) **a perióda** (čas, za ktorý kyvadlo vykoná jeden kmit – tam a späť) nezávisia od hmotnosti kyvadla ani na jeho rozkyvu (uhla, z ktorého kyvadlo púšťame). Prvý vedecký opis sa viaže k menu Galileo Galilei (1583/1584). Na základe zrealizovaných pokusov zverejnil v roku 1687 Isaac Newton presné výsledky pohybu kyvadla. Uskutočnil experiment s rovnako dlhými kyvadlami, ktorých duté guličky boli z rôznych látok, ale mali rovnaký objem (kvôli zachovaniu rovnakého odporu). Zistil, že všetky kyvadlá sa kývali rovnako.

**Jednoduché kyvadlo** je definované ako bodové závažie, známe aj ako kyvadlové závažie, ktoré je zavesené na šnúre dĺžky L so zanedbateľnou hmotnosťou. Na závažie pôsobí gravitačná sila

(t. j. tiaž závažia) a napätie vlákna. Hmotnosť vlákna sa predpokladá ako zanedbateľná v porovnaní s hmotnosťou závažia.

**Oscilácia** sa vzťahuje na opakovaný pohyb kyvadla tam a späť. Kyvadlo začína svoju dráhu z maximálneho posunu, nazývaného amplitúda a pohybuje sa smerom k svojej rovnovážnej polohe. Po dosiahnutí najnižšieho bodu svojej trajektórie má kyvadlo maximálnu kinetickú energiu a minimálnu potenciálnu energiu. Pri stúpaní na opačnú stranu sa kinetická energia premieňa na potenciálnu energiu, až kým nedosiahne amplitúdu na opačnej strane, čím dokončí jednu osciláciu.

Kyvadlo je zariadenie, ktoré sa nachádza v nástenných hodinách. Skladá sa zo závažia (valca) zaveseného na čape pomocou šnúry alebo veľmi ľahkej tyče, aby sa mohlo voľne kývať. Po posunutí do počiatočného uhla a uvoľnení sa kyvadlo bude periodicky kývať tam a späť.

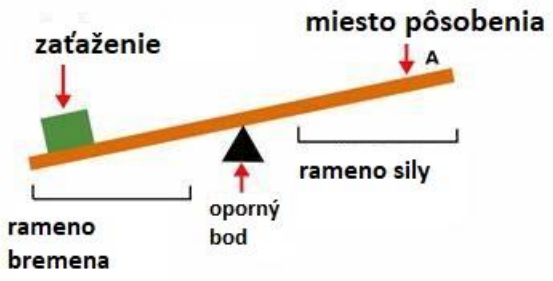
Kyvadlo sa používa napríklad aj v priemyselných technológiách k meraniu vibrácii strojov a zariadení alebo na testovanie pevnosti a odolnosti materiálov. V astronómii sa princíp kyvadla historicky využíval pri meraní času pomocou presných kyvadlových hodín, ktoré umožnili presnejšie pozorovanie pohybu hviezd a planét. Princípy fungovania kyvadla sa bežne vyskytujú aj v moderných technológiách, napr. u osciloskopov či vibračných senzorov.

## Jednoduché stroje

Jednoduché stroje možno považovať za základné mechanizmy/stroje, ktoré sa využívajú na konštrukciu zložitejších strojov. Sú to mechanické zariadenia, ktorých použitie ľuďom v mnohom **uľahčuje prácu a častokrát aj šetrí silu**. Vďaka nim dokážeme meniť smer sily, jej veľkosť alebo prenášať jej pôsobisko. Zaraďujeme sem **páku, kladku, koleso na hriadeli, naklonenú rovinu, klin a skrutku.**

### Páka

Predstavuje tuhé teleso, najčastejšie môže ísť o tyč, ktorá sa otáča okolo pevnej osi, ktorá je na ňu kolmá. Pritom platí, že na túto tyč pôsobia v ľubovoľných miestach aspoň 2 sily s opačnými momentmi.



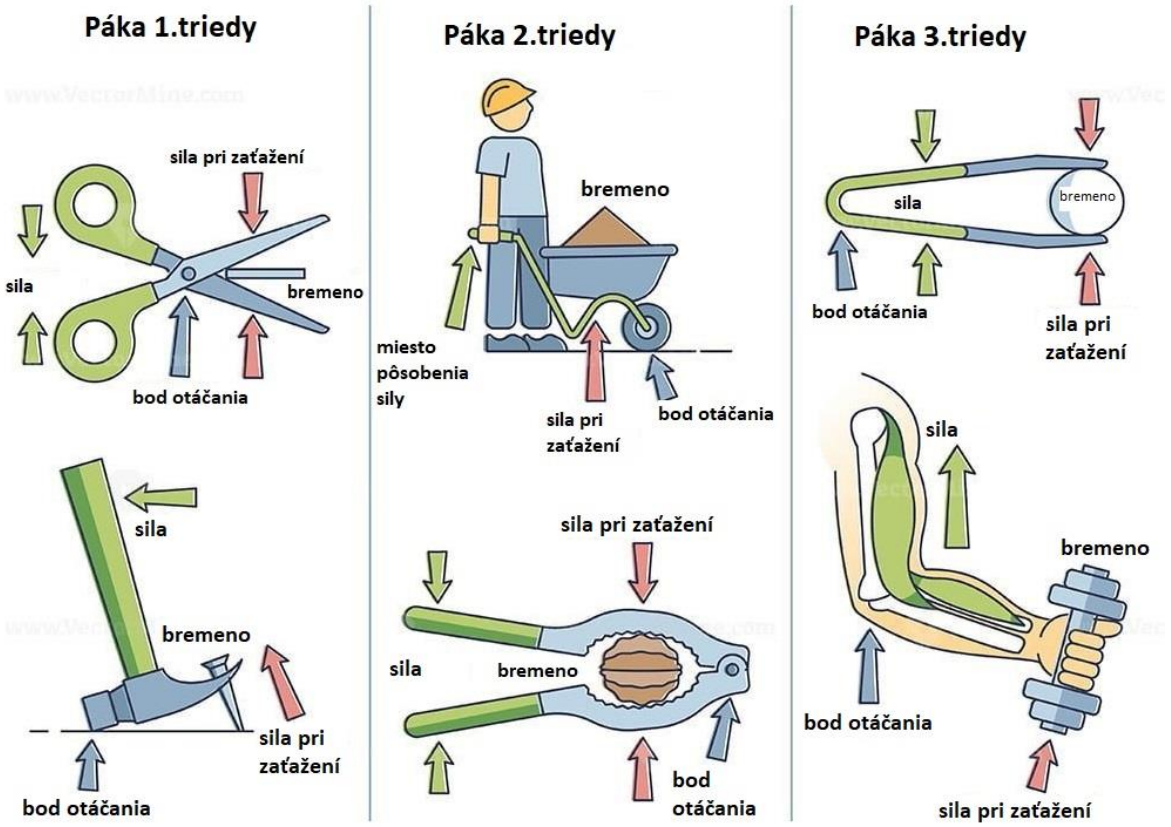

**Obr.81** Páka (https://byjus.com/question-answer/what-is-a-lever-what-is-the-principle-of-its-working/; upravené autorom)

V praxi sa stretávame s tromi typmi páky, v závislosti od toho, kde sa nachádza rameno bremena (miesto, kde je umiestnený náklad), rameno sily (miesto, kde pôsobíme silou) a oporný bod (os otáčania).

A) ***Páka prvej triedy*** – bod otáčania sa nachádza medzi miestom zaťaženia (bremenom) a miestom pôsobenia. Čím bližšie je bremeno k bodu otáčania, tým ľahšie sa zdvíha (zvýšená mechanická výhoda). Medzi príklady patria hojdačky, páčidlá, tesárske kladivo, nožnice, kliešte a veslá. Niektoré jednoduché stroje sa skladajú z dvoch pák prvej triedy, ako sú nožnice a kliešte. Rezné konce nožníc sú miestom pôsobenia záťaže, ktorou môže byť papier, ktorý striháte. Otočný bod je bod, kde sú čepele nožníc spojené. Miesto sily predstavuje koniec alebo rukoväť nožníc.

B) ***Páka druhej triedy*** – miesto pôsobenia sa nachádza medzi miestom pôsobenia (silou) a bodom otáčania. Čím bližšie je záťaž k bodu otáčania, tým ľahšie sa náklad zdvíha. Medzi príklady patria fúriky, zošívačky, otvárače fliaš, luskáčiky na orechy a klieštiky na nechty. Páku druhej triedy si bližšie vysvetlíme na príklade fúrika. Hlina vo fúriku je miesto bremena, bod otáčania je koleso a miesto pôsobenia sily je na konci rukovätí, kde ho človek zdvíha. Keď je hlina rovnomerne rozložená, fúrik je vyvážený a nie je ťažké ho tlačiť a premiestňovať z miesta na miesto. Ak sa však všetka hlina presunie dopredu, bremeno sa potom ocitne bližšie k bodu otáčania, čo uľahčí jeho zdvíhanie. Ak by sa zemina presunula bližšie k miestu pôsobenia sily alebo zadnej časti fúrika, jeho zdvíhanie by bolo ťažšie. Niektoré jednoduché stroje sa skladajú z dvoch pák druhej triedy, ako sú luskáčiky na orechy, zošívačky a klieštiky na nechty.

C) ***Páka tretej triedy*** – miesto pôsobenia sily je medzi miestom bremena (záťaže) a otočným bodom. Ak je sila bližšie k záťaži, zdvíhanie je ľahšie, čo predstavuje mechanickú výhodu. Príkladmi sú lopaty, rybárske prúty, ľudské ruky a nohy, pinzeta a kliešte na ľad. Príkladom môže byť rybársky prút. Záťažou (bremenom) je veľká ryba na konci vlasca. Nosníkom je samotný prút a miestom pôsobenia sily je osoba, ktorá navíja rybu pomocou rukoväte prútu. Otočný bod je spodná časť rukoväte prútu. Ďalším príkladom páky tretej triedy je rameno. Oblasť lakťa je oporný bod, sval hornej časti ramena pôsobí ako miesto pôsobenia sily a záťaž (bremeno) bude umiestnená v ruke, ktorú možno použiť na zdvíhanie, tlačenie alebo uchopenie. Metla je ďalším príkladom páky tretej triedy.



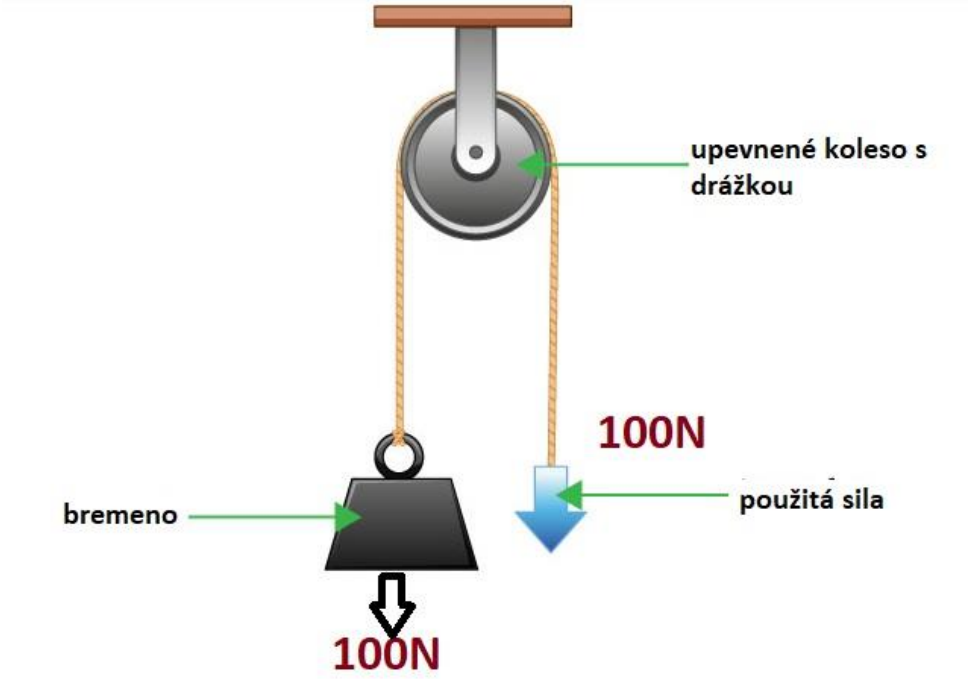

**Obr. 82** Typy páky (https://allwiringsketch.com/diagram-of-a-wheelbarrow; upravené autorom)

**Kladka**

Kladka je koleso na osi alebo hriadeli, ktorá je určená na **uľahčenie pohybu a zmenu smeru pôsobenia sily**. Kladky sú stroje pozostávajúce z kolesa, cez ktoré prechádza ťahané lano alebo reťaz a slúžia na zmenu smeru sily alebo na zdvihnutie nákladu. Ak chceme zdvihnúť objekt s veľkou hmotnosťou, naše svaly dokážu vyvinúť len určitú silu. Použitie jednoduchého stroja, ako je kladka, môže **efektívne znásobiť silu**, ktorú naše telo vyvíja. Kladky sa používajú rôznymi spôsobmi na zdvíhanie nákladov, pôsobenie síl a prenos výkonu.

Rozoznávame tri typy kladky, a to **pevnú kladku, voľnú kladku a kladkostro**j (kombinácia voľnej a pevnej kladky). V nasledujúcom texte objasníme jednotlivé typy kladiek.

A) ***Pevná kladka*** je vlastne rovnoramenná páka, ktorá sa otáča na upevnenej vidlici. Rovnováha nastáva vtedy, keď je bremeno (záťaž) dvíhané rovnako veľkou silou. To znamená, že pevná kladka nám **neuľahčuje prácu** v tom zmysle, že potrebujeme **vynaložiť menej sily** pri použití pevnej kladky ako bez nej. V oboch prípadoch (s kladkou aj bez nej) potrebujeme rovnako veľkú silu na dvihnutie bremena. Čo však pevná kladka robí je to, že **mení smer pôsobenia sily.**

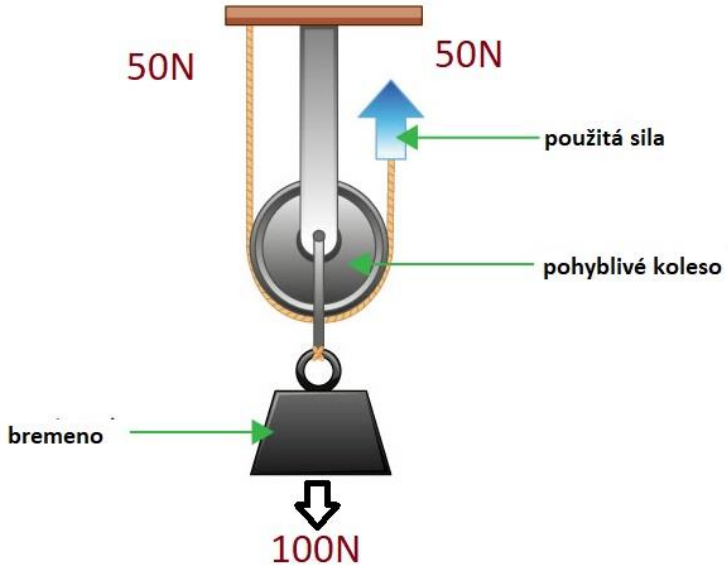



**Obr.83** Pevná kladka (https://mytutorsource.com/blog/pulley/; upravené autorom)

Keď sa pozrieme na obrázok znázorňujúci pevnú kladku, vidíme, že na to, aby sme zdvihli bremeno (pôsobí na neho gravitačná sila o veľkosti 100N[1]), musíme ťahať povraz smerom dolu (silou 100N). Bez použitia kladky by sme museli na dvihnutie bremena povraz ťahať smerom zdola nahor. Je omnoho jednoduchšie ťahať povraz s nákladom v smere zhora nadol, pričom človek môže použiť na dvihnutie bremena svoju celú hmotnosť. Bremeno sa vždy posunie presne o takú vzdialenosť, o akú sa posunie lano, ktoré ťaháme.

B) ***Voľná kladka*** predstavuje taktiež typ páky (jednozvratná, kde sú obe ramená na rovnakej strane od osi rotácie, pričom pôsobiace sily na oboch ramenách pôsobia v opačnom smere). Koleso s drážkou sa nachádza **v pohyblivom bloku**. Jedna pohyblivá kladka je podopretá dvoma časťami toho istého lana a má mechanickú výhodu dvoch. Medzi príklady pohyblivých kladiek patria stavebné žeriavy, moderné výťahy a niektoré typy posilňovacích strojov v telocvičniach.

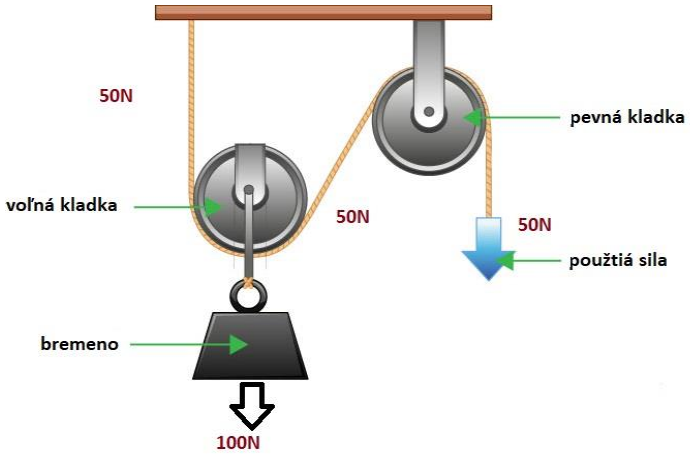
[1] Sila o veľkosti 1N = 100g




**Obr.84** Voľná kladka (https://mytutorsource.com/blog/pulley/, upravené autorom)

Rameno bremena tu pritom predstavuje polovicu ramena sily. To znamená, že bremeno (100N) sa pri použití voľnej kladky zdvíha s polovičnou silou (50N), ale dráha sa zdvojnásobí. Jednoducho povedané, pri dvíhaní bremena potrebujeme použiť polovičnú silu, pretože sa rozloží medzi dva „úchopy“. Jeden predstavuje pripevnené lano do podkladu a druhý, ktorý budeme ťahať my. Je to ako keby bremeno pôsobiace silou 100N zdvíhali 2 ľudia. Z toho dôvodu **voľná kladka uľahčuje prácu** v tom zmysle, že potrebujeme vynaložiť len polovičnú silu na dvihnutie nákladu.

C) ***Kladkostroj*** predstavuje kombináciu použitia voľnej a pevnej kladky. Kladkostroj môže mať niekoľko kladiek namontovaných na pevných a pohyblivých nápravách, čo ďalej zvyšuje mechanickú výhodu.




**Obr.85** Kladkostroj (https://mytutorsource.com/blog/pulley/, upravené autorom)

Z obrázka je zrejmé, že na dvíhanie bremena použijeme dve kolesá, resp. dve kladky, a to voľnú a pevnú. Ako sme už uviedli vyššie, voľná kladka nám zmenšuje použitie sily o polovicu, pevná kladka použitie sily nezmenšuje. To znamená, že bremeno, na ktoré pôsobí gravitačná sila veľkosťou 100N (10kg), bude potrebná sila 50N. Na zdvihnutie do rovnakej výšky bude potrebné ťahať lano na dvojnásobnú vzdialenosť.

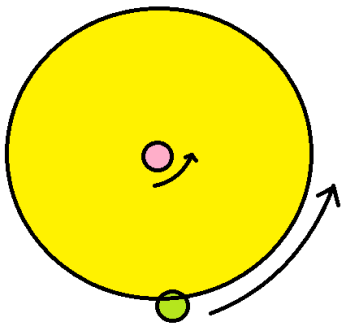
**Čím viac kolies (kladiek) použijeme, tým ľahšie môžeme bremeno zdvihnúť.** Avšak budeme musieť použiť o to dlhšie lano. Tiež si treba uvedomiť, že pri ťahaní lana cez kladky vzniká trenie, ktoré môže vplývať na ťahanie lana.

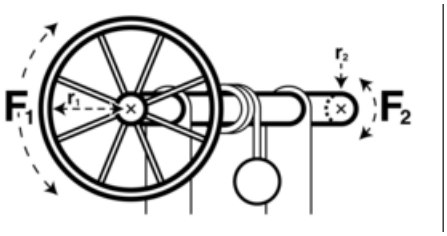
**Koleso a hriadeľ**

Tento jednoduchý stroj predstavuje dvojzvratnú páku, ktorej ramená tvoria polomer valca, tzv. **hriadeľ**, a na ňom je upevnené koleso alebo kľučka. Jednoducho povedané, ide o koleso pevne spojené s hriadeľom, ktorý má menší polomer (r, rameno bremena) a má s kolesom spoločný čap. Rameno sily sa označuje F (viď. Obr. 85).

**Hriadeľ** je tyč, ktorá prechádza stredom kolesa. Hriadele slúžia k prenosu výkonu pri rotačnom pohybe. Výkon je privádzaný na hriadeľ napríklad ozubeným kolesom, remenicou, pákou atď., a rovnakým spôsobom je aj z hriadeľa ovládaný.

Kolesá môžu zväčšiť našu silu podobne ako to bolo v prípade páky. Okrem toho vplývajú aj na rýchlosť, ktorú tiež dokážu zväčšiť. Rýchlosť dokážeme zväčšiť tak, ak budeme otáčať kolesom v strede. Následne sa bude okraj kolesa otáčať rýchlejšie. Ak však budeme otáčať kolesom na okraji, sila, ktorá pôsobí pri jeho otáčaní je v strede väčšia:






**Obr. 86** Koleso a hriadeľ (https://www.abcteach.com/resource/clip-art-simple-machines-wheel-and-axle-bw/)

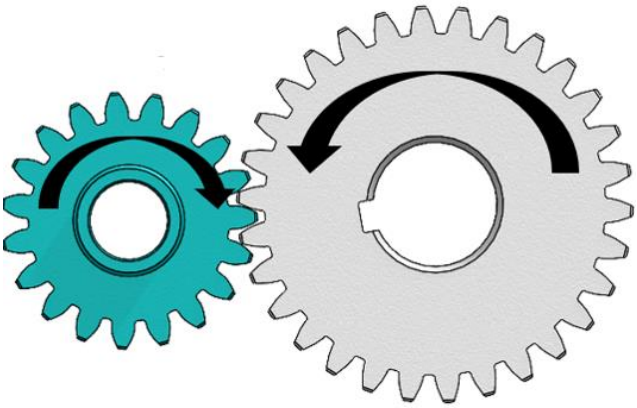
**Ozubené kolesá**

Ozubené kolesá sú kolesá, ktoré majú na svojom obvode zuby. Pomocou týchto zubov sa dotýkajúce kolesá otáčajú spoločne, pričom **rýchlosť ich točenia závisí od ich veľkosti**. Tento jednoduchý stroj sa používa na manipuláciu s veľkosťou alebo smerom sily. Ozubené kolesá sa používajú v kombinácii a sú spojené svojimi zubami, aby vytvorili **ozubené súkolesie**. Tieto ozubené súkolesia sú užitočné na prenos energie z jednej časti systému do druhej. Medzi systémy, ktoré využívajú ozubené kolesá a ozubené súkolesia, patria bicykle, autá, elektrické skrutkovače a mnoho ďalších bežných strojov.

**Prevodový systém** predstavuje dve ozubené kolesá, ktoré sa dotýkajú a fungujú ako 2 spojené páky. Prevody slúžia dvom hlavným účelom: **zvyšovaniu rýchlosti** alebo **zvyšovaniu sily.** Zvýšenie jedného z týchto účelov si vyžaduje kompromis: Napríklad, na zvýšenie rýchlosti kolies bicykla sa musí zvýšiť sila pôsobiaca na pedále. Podobne, na zvýšenie sily na kolesá sa musia pedále otáčať rýchlejšie. Táto technika sa používa, keď sa jazdec snaží dostať na bicykli do kopca. Všetko to súvisí so zákonmi zachovania energie a výkonu.

Ak máme spojené dve ozubené kolesá (väčšie a menšie), tak môžu nastať 2 situácie:

1) **Ak malé koleso poháňa veľké**, tak veľké koleso sa bude točiť pomalšie, ale bude pôsobiť väčšou silou.
2) **Ak veľké koleso poháňa malé**, tak sa bude malé koleso točiť rýchlejšie, ale s menšou silou. Táto vlastnosť ozubených kolies umožňuje meniť kombináciu sily a rýchlosti, pričom celkový výkon zostáva približne rovnaký (pri zanedbaní strát trením).



**Obr.87** Ozubené kolesá (https://covalomotion.com/idler-gear-design/)

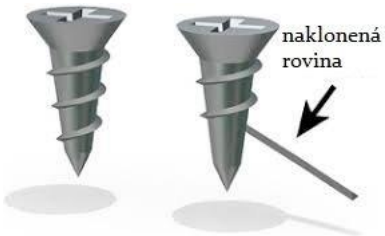
**Naklonená rovina**

Ide o rovinu, ktorá je sklonená o určitý uhol vzhľadom na vodorovnú rovinu. Nemá žiadne pohyblivé časti a ani sa sama nepohybuje. Umožňuje ľuďom zdvíhať ťažké predmety proti gravitačnej sile bez toho, aby sa predmet pohyboval vertikálne. Sila potrebná na prekonanie gravitácie je oveľa menšia ako sila potrebná na vertikálne zdvihnutie objektu; tá sa rovná hmotnosti objektu. Vzdialenosť, ktorú objekt prejde, však bude dlhšia. To znamená, že ak by sme chceli preniesť napr. stavebný materiál do rozostavanej budovy, bude pre nás (z hľadiska použitia sily) jednoduchšie použiť naklonenú rovinu a fúrikom tento materiál preniesť. Bez jej použitia by sme museli použiť väčšiu silu na zdvihnutie tohto materiálu do výšky rozostavanej

budovy. Na druhej strane, tým, že použijeme naklonenú rovinu, musíme prechádzať dlhšiu trasu.

**Obr.88** Naklonená rovina (https://www.mindomo.com/ja/mindmap/fysica-54d11fb8663e4d8c95a0e97b274fbb9f)

S naklonenou rovinou sa tiež bežne stretávame v každodennom živote. Ide napríklad o schody, serpentíny, šmykľavka, tobogan, alebo dokonca skrutka. Naklonené roviny sa môžu obtáčať okolo objektu, ako napríklad **skrutka**. V podstate ide o naklonenú rovinu omotanú okolo tyče. Skrutky sa dajú použiť na zdvíhanie vecí alebo na ich držanie pohromade. Medzi príklady jednoduchých skrutkových strojov patria otočné stoličky, viečka na poháre a samozrejme skrutky.




**Obr. 89** Naklonená rovina na skrutke

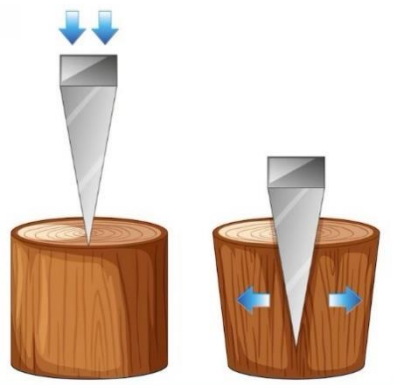
Hlavička skrutky je väčšia ako jej telo, preto znásobuje silu použitú pri otáčaní skrutky tak, ako je to v prípade páky. Vďaka špirálovitému závitu sa pri každom pohybe ruky pri skrutkovaní skrutka posunie o malý úsek. Špirála skrutky od jej hrotu k hlave ju zaskrutkuje do dreva. Medzi ďalšie využitie skrutiek patria vrtáky, ktoré dokážu kopať hlboko do pôdy s väčšou ľahkosťou ako pri použití lopaty alebo rýľa. Skrutka je vlastne kombináciou jednoduchých strojov: už spomínaná *naklonená rovina* omotaná okolo centrálneho hriadeľa a jej hrot funguje ako *klin*, ktorý uľahčuje zavŕtanie skrutky do materiálu.

**Klin**

Kliny sa používajú už milióny rokov. Už pravekí ľudia používali kliny vyrobené z tvrdých hornín a kameňov na lov (ako oštepy), rúbanie a orezávanie stromov a vyrezávanie. Koncept klinov sa používa aj v prúdových lietadlách a moderných autách. Všimnete si, že prúdové lietadlá, rýchle autá, rýchlostné člny a vlaky majú „špicaté nosy“ (predné časti). Tento tvar im pomáha znížiť odpor vzduchu a umožniť hladké prúdenie vzduchu okolo seba, čím sa zvyšuje rýchlosť a účinnosť pohybu.

Klin je jednoduchý trojuholníkový nástroj, často vyrobený z kovu, dreva, kameňa alebo plastu. Na jednom konci je hrubý a na druhom konci sa zužuje do tenkej alebo ostrej hrany. Technicky ide o naklonenú rovinu (alebo dve naklonené roviny spojené do trojuholníka), ktorá sa pohybuje. Klin môže byť pripevnený k rukoväti, aby sa ľahšie používal (napríklad sekera). Dobrými príkladmi klinov sú klince, nože, ale aj ľudské zuby.

Kliny fungujú tak, že **menia smer a silu, ktorá na ne pôsobí**. Sila pôsobiaca na hrubý koniec klinu prekonáva odpor dreva. Pôvodná sila smerujúca nadol (do dreva) sa pomocou klinu premieňa na bočný tlak, ktorý rozdeľuje materiál do strán.:



**Obr. 90** Klin (https://br.freepik.com/vetores-premium/laminas-e-madeira-cortada_6160098.htm)

Čím je klin dlhší a ostrejší, tým viac práce vykoná s malým úsilím. Ak je klin kratší a nie až tak ostrý, na vykonanie práce je potrebná väčšia sila.

**Otázky a úlohy:**

1. Ako súvisí hmotnosť telesa s jeho zrýchlením?
2. Ako by sa zmenil náš život, keby neexistovalo trenie?
3. Vysvetlite rozdiel medzi trením a odporom a uveďte, akým spôsobom ich môžeme znížiť.
4. Uveďte aspoň 3 príklady jednoduchých strojov. Ktoré z nich, podľa vás, najviac uľahčujú ľuďom prácu? Vysvetlite.
5. Ktorý typ kladky (pevná, voľná, kladkostroj) znižuje potrebnú silu a aj prácu na zodvihnutie bremena do výšky?
6. Od čoho závisí rýchlosť točenia 2 ozubených kolies, ktoré sa vzájomne dotýkajú?
7. Uveďte príklady použitia klinu v bežnom živote.

# 4 Energia

**Celkové množstvo energie vo vesmíre je vždy rovnaké, ale energia môže byť transformovaná z jednej formy na druhú**

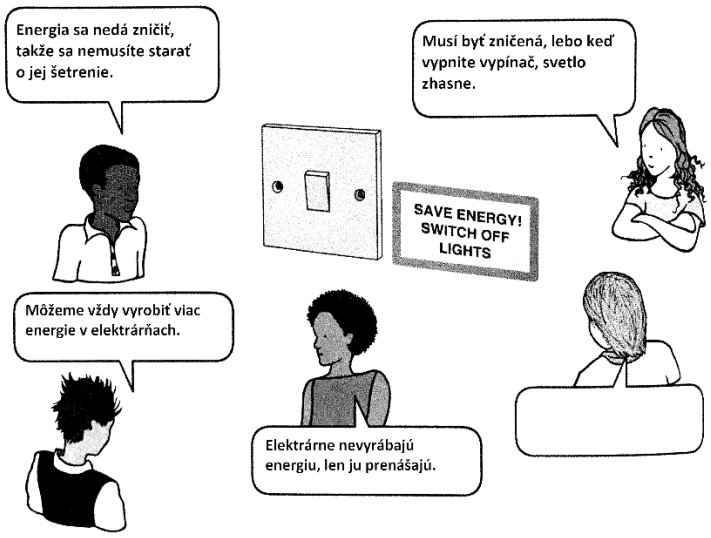
Mnohé procesy alebo udalosti zahŕňajú zmeny a na ich uskutočnenie je potrebný zdroj energie. Energia sa môže prenášať z jedného telesa alebo skupiny telies na druhé rôznymi spôsobmi. V týchto procesoch sa časť energie stáva menej ľahko využiteľnou. Energiu nemožno vytvoriť ani zničiť. Keď sa energia uvoľní spaľovaním fosílneho paliva s kyslíkom, časť z nej už nie je vo forme, ktorá je vhodná na použitie.

Rozvoj danej predstavy v predškolskom veku sa predpokladá na takej úrovni, že deti sú vedené k skúmaniu toho, že existujú rôzne spôsoby, ako vyvolať udalosť alebo dosiahnuť zmenu v objektoch alebo materiáloch. Napríklad, pohyb objektov sa dá zmeniť tlačením alebo ťahaním. Zahrievanie môže spôsobiť zmenu, napríklad pri varení, topení pevných látok alebo premene vody na paru. Elektrina môže spôsobiť rozsvietenie žiaroviek. Vietor môže otáčať lopatky veterných turbín.

Pre mladší školský vek (7 – 11 rokov) sa daná predstava rozvíja tak, že pri všetkých týchto zmenách sa energia prenáša z jedného objektu, ktorý je zdrojom energie alebo zdrojom, na iný. Palivá ako ropa, plyn, uhlie a drevo sú energetické zdroje. Niektoré energetické zdroje sú obnoviteľné, napríklad tie, ktoré vznikajú vetrom, vlnami, slnečným žiarením a prílivom, iné sú neobnoviteľné, napríklad spaľovaním fosílnych palív s kyslíkom (Harlen, 2015).

**Energia**

Pred ozrejmením obsahu tejto tézy skúste popremýšľať, čo je podľa vás energia a či je možné ju vyrobiť alebo zničiť. Prezrite si výroky na obrázku a rozhodnite, s ktorým výrokom súhlasíte a prečo.




**Obr. 91** Concept cartoons© Môže byť energia zničená? (Naylor a kol. 2021)

Človek, pre svoju existenciu, potrebuje energiu či už ide o prijímanie potravy, alebo každodenné aktivity. Energiu získavame z rôznych zdrojov. Treba si však uvedomiť, že množstvo energie vo vesmíre sa nemení. Energiu nemôžeme vyrobiť a ani zničiť. Vždy ide o jej transformáciu, a teda premenu z jednej formy na druhú. O tom nám hovorí zákon zachovania energie. Aj keď sa bežne hovorí, že elektrárne vyrábajú elektrinu, v skutočnosti ide len o jej premenu. Napríklad veterné elektrárne energiu nevytvárajú. Ide o získavanie pohybovej (mechanickej) energie z vetra, ktorú premieňajú na elektrickú energiu. Tento zákon platí pre všetky druhy energie. Vždy musí byť zachovaná rovnováha v systéme. Ak dôjde k strate energie v jednej časti systému, musí dôjsť k jej zisku v inej časti (Naylor a kol. 2021).

Keď sa energia prenáša, **môže vykonať pre nás prácu**. Napr. lampa, keď svieti, vykonáva pre nás prácu – svieti, aby sme mohli vidieť. Ak však lampu zhasneme, energia sa nezničí. Časť z nej cestuje svetlom do vesmíru a časť je absorbovaná okolím. Výsledkom je otepľovanie okolia. Keď vypíname svetlo (lampy), šetríme peniaze, ktoré by sme museli zaplatiť za účet.

**Rozoznávame nasledovné typy energie:**

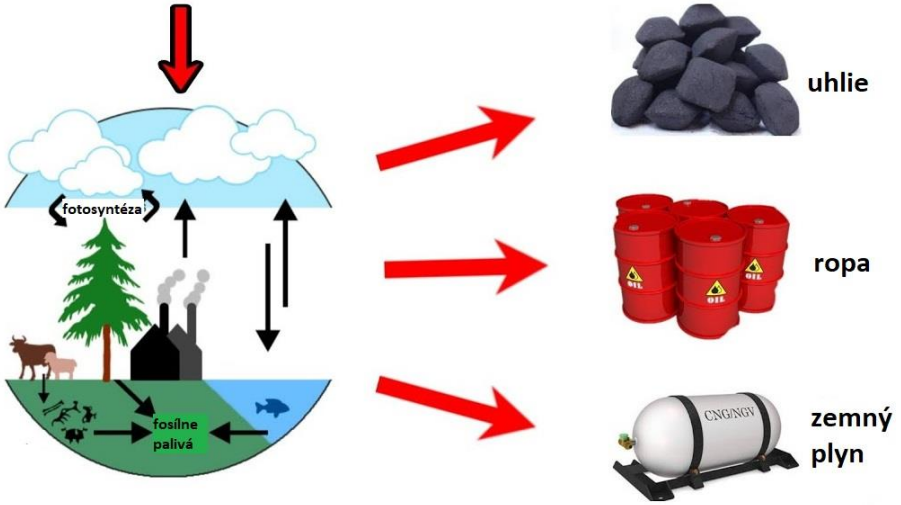
a) Mechanickú
b) Chemickú
c) Termálnu/tepelnú
d) Energia žiarenia
e) Elektrická
f) Jadrová
g) Magnetická

**Obr. 92** Typy energie (https://www.science-resources.co.uk/KS3/Physics/Energy/Energy_in_the_home.html)

Zdroje energie sa delia na **obnoviteľné a neobnoviteľné. Obnoviteľné zdroje** sú prírodné zdroje, ktoré sa dajú časom prirodzene dopĺňať a pri používaní sa nevyčerpávajú. Medzi príklady obnoviteľných zdrojov patrí slnečné svetlo, voda, vietor a stromy. Tieto zdroje môžeme použiť na „výrobu“ energie, na zabezpečenie potravín alebo stavebných materiálov. Jednou z najvýznamnejších výhod obnoviteľných zdrojov je ich **udržateľnosť**, pretože sa dajú opakovane používať bez toho, aby sa vyčerpali. Obnoviteľné zdroje navyše neprodukujú znečistenie, čo z nich robí čistejšiu alternatívu k neobnoviteľným zdrojom. Na druhej strane treba spomenúť, že niektoré tieto zdroje sa dajú ovplyvniť do takej miery, že sa neobnovia. Ide napr. o nadmerný rybolov, ťažba dreva, či znečisťovanie človekom. Okrem toho, niektoré obnoviteľné zdroje energie nie sú vždy spoľahlivé, ako napr. veterná a slnečná energia. To znamená, že nie je možné sa na ne spoliehať ako na jediný zdroj energie.

**Neobnoviteľné zdroje** sú taktiež prírodné zdroje, ktoré sa nedajú obnoviť v krátkom čase a sú obmedzené. Zaraďujeme sem napr. kovy, horniny, minerály a fosílne palivá. Tieto zdroje

používame na „výrobu“ elektriny a pohon našich vozidiel, ale znečisťujú ovzdušie a spôsobujú environmentálne problémy. Neobnoviteľné zdroje sú obmedzené a ich dostupnosť sa nakoniec vyčerpá. Fosílne palivá vznikajú stovky miliónov rokov pôsobením tlaku a teploty na zvyšky organického pôvodu (t.j. rastliny a živočíchy).




**Obr. 93** Fosílne palivá (https://emergencydentistry.com/insurance-payment/?e=em-251-50702816-is-natural-gas-fossil-fuel; upravené autorom)

**Mechanická energia**

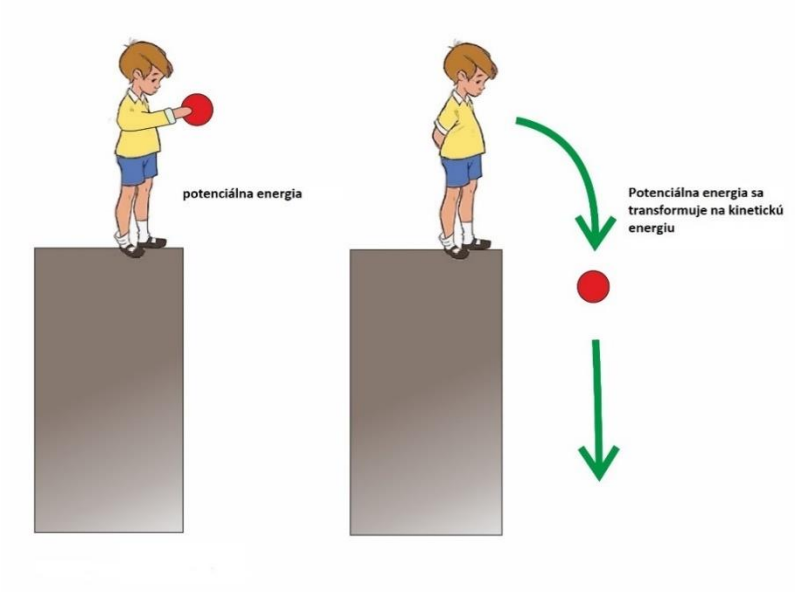
Mechanická energia vyjadruje mieru schopnosti telesa konať prácu. Aby sme objekt uviedli do pohybu, musíme na neho pôsobiť určitou silou po určitej dráhe. Týmto spôsobom vykonáme mechanickú **prácu**.

Mechanická energia je energia objektu daná jeho **polohou alebo pohybom**. Môžeme povedať, že je základom fyziky, pretože všetko okolo nás je poháňané mechanickou energiou. Od zdvíhania predmetov, manipuláciou s nimi až po ich vrátenie do pôvodnej polohy. Napríklad aj list padajúci zo stromu má mechanickú energiu.

Existujú dva hlavné typy mechanickej energie:

1. **Potenciálna energia** – označovaná aj ako polohová. Ide o energiu uloženú v telese vďaka jeho polohe. Má ju každý objekt, ktorý má tendenciu sa hýbať, padať. Existujú viaceré formy potenciálnej energie, ako napr. gravitačná potenciálna energia, elastická potenciálna energia, elektrická potenciálna energia, magnetická potenciálna energia a jadrová potenciálna energia. Napríklad gravitačná potenciálna závisí od výšky telesa od zemského povrchu – lopta, ktorú držíme v ruke, má maximálnu potenciálnu energiu. Tým, že sme loptu zdvihli do určitej výšky nad povrch Zeme sme vykonali prácu. Keď začne padať smerom nadol, začne sama lopta vykonávať prácu. Jej potenciálna energia sa zníži a po dosiahnutí zemského povrchu sa rovná nule. Čím je niečo vo väčšej výške, tým má potenciálnu energiu väčšiu (pokým sa nepohybuje). S pohybom sa potenciálna energia znižuje, na úkor pohybovej (kinetickej) energie.
2. **Kinetická energia** – označovaná aj ako pohybová energia. Je to energia, ktorú má teleso vďaka svojmu pohybu. Pohyb objektu sa prejavuje jeho rýchlosťou. Ak by sme

to chceli vysvetliť pomocou padajúcej lopty (z predošlého príkladu), kinetická energia lopty, ktorú držíme v ruke je nulová (potenciálna je maximálna). Akonáhle začne lopta padať, jej potenciálna energia sa znižuje, pričom sa súmerne zvyšuje kinetická energia.




**Obr. 94** Premena energie (https://hxewtzvqv.blob.core.windows.net/potential-and-kinetic-energy-mini-lab.html)

Mechanická energia objektu je daná súčtom potenciálnej a kinetickej energie a spája sa s mechanickou prácou. Tzn., aby získal objekt mechanickú energiu, musí vykonať nejakú mechanickú prácu pôsobením vonkajšej sily.

**Chemická energia**

Chemická energia je forma potenciálnej energie, ktorá je uložená vo väzbách zlúčeniny. Uvoľňuje sa chemickými reakciami, pri ktorých sa staré väzby rozpadajú a tvoria sa nové. Chemickú energiu je možné premeniť na iné formy, ako je tepelná a mechanická energia. Živé organizmy potrebujú chemickú energiu na prežitie. Zdrojmi chemickej energie sú uhlie, ropa, zemný plyn, biomasa a potraviny.

**Obr. 95** Chemická energia (https://www.sciencefacts.net/chemical-energy.htmlya&Q+)

Napríklad, drevo sa skladá z uhľovodíkov, ktoré ukladajú chemickú energiu vo svojich väzbách. Keď drevo horí, uhľovodíky sa premieňajú na oxid uhličitý a vodnú paru a zároveň uvoľňujú teplo a svetlo. Chemická energia sa v tomto prípade premieňa na tepelnú a svetlenú energiu.

Prezrite si nasledujúci obrázok, v ktorom sa rieši čo sa stalo s energiou pri pečení ryby. Vyberte výrok/výroky, s ktorými súhlasíte a vysvetlite prečo. Môžete vytvoriť aj vlastný výrok, keď nesúhlasíte ani s jedným z uvedených.

**Obr.96** Concept cartoons© Čo sa deje s energiou? (Naylor a kol. 2021)

Energiu nie je možné vytvoriť a ani zničiť, len ju pretransformovať, preniesť, z jedného miesta na druhé. V dreve je uskladnenej veľa energie. Keď drevo horí, energia sa prenáša do okolia teplom, svetlom a malým množstvom aj zvukom. Energia sa nestratí, len pri prenose do okolia

sa rozptýli a je menej schopná vykonať prácu. Energia v potravinách pochádza z rastlín, ktoré zachytávajú energiu zo Slnka pri fotosyntéze. Táto energia sa ďalej prenáša na ďalších konzumentov v potravinovom reťazci – živočíchy, ale aj človeka. Varenie slúži len na úpravu jedla – jeho dochutenie a uvarenie, aby bolo ľahšie stráviteľné (Naylor a kol. 2021).

Živočíchy, a rovnako aj človek, využívajú chemickú energiu. Jedlo, ktoré konzumujeme, uskladňuje chemickú energiu. Proces dýchania rozkladá sacharidy. Bez prijímaného kyslíka počas dýchania by sa nemohla uvoľniť energia z molekúl potravy. Uvoľňuje chemickú energiu, ktorá nás udržiava v teple a umožňuje nám pracovať. Tu sa chemická energia premieňa na tepelnú a mechanickú energiu.

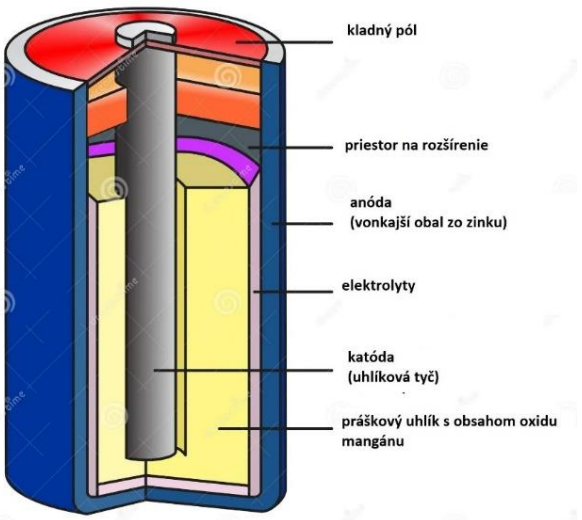
$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_20 + 6CO_2 + \textbf{energy}$$

**glukóza (cukor) + kyslík voda + oxid uhličitý + energia (ATP)**

Molekuly cukru (glukózy) reagujú s molekulami kyslíka, pričom nastáva porušenie chemických väzieb a uvoľňovanie energie. Vedľajšími produktmi tohto procesu sú voda a oxid uhličitý, ktorý je z tela odstraňovaný v procese dýchania (vydychovanie).

**Benzín** obsahuje veľké množstvo energie, ktorá sa dokáže z neho uvoľniť vďaka motorom v aute. Ide o proces využitia chemickej reakcie, ktoré sa označuje **horenie**. V procese horenia benzínu spolu s kyslíkom dochádza k rozdeleniu molekúl. Pri tomto rozdelení sa uvoľňuje energia v podobe tepla. Úlohou motora je zachytiť toto teplo a premeniť ho na silu poháňajúcu automobil. Spaľovací motor pracuje tak, že stláča zmes vzduchu a paliva (napr. benzín, nafta) vo valci motora. Stlačená zmes vzduchu a paliva sa potom zapáli a nastáva výbuch paliva vo valcoch. Keď sa zmes vzduchu a paliva spáli vo vnútri spaľovacej komory, vzniká vysoký tlak a teplota, ktoré pôsobia na piest motora a vykonáva prácu. Keď sila pôsobí na piest, piest sa pohybuje (hore/dole), čo premieňa chemickú energiu paliva na mechanickú energiu (výkon) a pohybuje vozidlom.

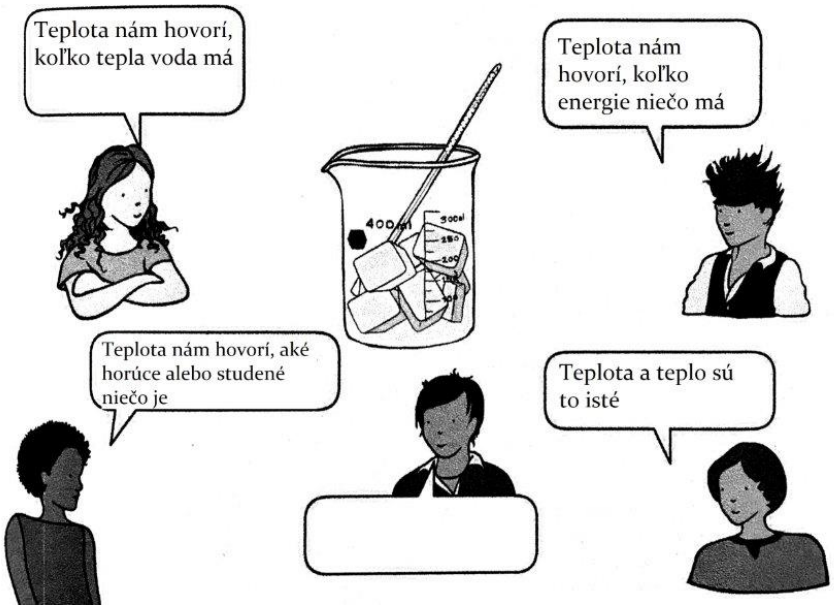
**Batérie** predstavujú prenosné zásobárne energie, ktoré dokážu vytvoriť elektrickú energiu s využitím chemických reakcií. Na batérii rozoznávame záporný pól (anóda, kovový obal spolu so spodnou časťou) a kladný pól (katóda, kovové zakončenie na vrchu batérie – má podobu kovového výčnelku). Okrem toho batéria obsahuje aj chemickú zmes, tzv. *elektrolyt*, ktorá vypĺňa priestor medzi pólmi batérie. Batéria obsahuje zvyčajne kovy ako lítium, nikel a zinok. Zvolené materiály ovplyvňujú, koľko energie batéria udrží a ako rýchlo sa vybije. Keď pripojíme batériu k elektrickému obvodu, vo vnútri batérie začnú prebiehať chemické reakcie. V tomto procese vznikajú kladné ióny (prebiehajú vnútrom batérie) a elektróny (prebiehajú cez vonkajší okruh).




**Obr. 97** Stavba batérie (https://www.dreamstime.com/dry-cell-battery-infographic-diagram-dry-cell-battery-infographic-diagram-parts-structure-anode-cathode-electrolyte-metal-cap-image238936757)

**Tepelná energia**

Tepelná energia je energia spôsobená pohybom atómov a molekúl v látke. Zodpovedá za translačný, vibračný a rotačný pohyb. Tepelná energia je **typom kinetickej energie** na mikroskopickej úrovni, pretože vzniká z náhodného pohybu častíc. Dokáže vysvetliť, ako sa hmota transformuje z jedného skupenstva do druhého. Teplota látky meria priemernú kinetickú energiu jej molekúl. Keď teplota stúpa, molekuly sa začnú pohybovať a rýchlejšie sa zrážajú. Čím je látka teplejšia, tým rýchlejšie sa molekuly pohybujú a tým vyššia je tepelná energia. Na druhej strane, keď sa teplota zníži, molekuly sa spomaľujú a tepelná energia sa znižuje. Prezrite si nasledujúci obrázok concept cartoons© a rozhodnite, s ktorým výrokom/výrokmi súhlasíte a prečo:




**Obr.98** Concept cartoons© Je teplota a teplo to isté? (Naylor a kol. 2021)

V bežnom živote často používame slová ako horúci, teplý, teplo, studený a pod. Avšak medzi týmito označeniami sú rozdiely. Keď ohrievame vodu v hrnci na sporáku, nastáva prenos energie zo sporáka do vody – voda sa ohrieva (teplota sa zvyšuje a hovorí nám o tom, koľko energie voda prijala). Bežne používame označenia teplý – studený, pričom studený sa považuje za opak teplého. V oblasti fyziky však pojem chlad/studený neexistuje. Ide o nedostatok tepla, pretože teplo sa vždy pohybuje v smere z teplejšieho miesta do chladnejšieho (odovzdať energiu), nie naopak (Naylor a kol. 2021).

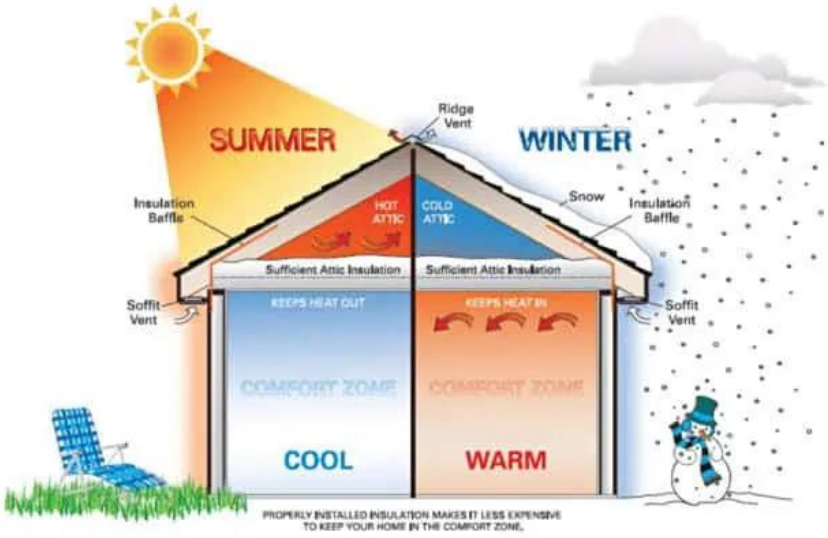
Medzi **tepelnou energiou a teplom** je rozdiel. Zatiaľ čo tepelná energia sa vzťahuje na pohyb častíc v látke, teplo sa vzťahuje na tok tepelnej energie. Dochádza k nemu, keď je v látke teplotný gradient. Teplo prúdi z vyššej teploty na nižšiu. Tepelná energia sa prenáša tromi rôznymi spôsobmi:

1. ***Vedenie***: Proces, pri ktorom sa tepelná energia prenáša medzi dvoma molekulami, ktoré sú v kontakte. K prenosu dochádza, keď sa molekuly navzájom zrážajú. Vedenie prebieha v pevných látkach, kvapalinách a plynoch. Napríklad, keď zahrievame jeden koniec kovovej tyče, tepelná energia sa rýchlo prenesie na druhý koniec.
2. ***Konvencia***: Dochádza k nej, keď sa tepelná energia prenáša médiom, ako je kvapalina alebo plyn. Molekuly prenášajú energiu z horúcej oblasti do studenej oblasti. Napríklad, keď varíme vodu v hrnci, molekuly na dne sa najprv zahrejú a prenášajú energiu nahor.
3. ***Žiarenie***: Je to proces, pri ktorom sa energia *prenáša bez kontaktu* medzi molekulami. Na prenos energie nie je potrebné žiadne médium, pretože ju prenášajú elektromagnetické vlny. Príkladom žiarenia je slnečné svetlo, ktoré je nevyhnutné pre všetky živé bytosti na Zemi. Energia prijímaná zo Slnka je známa ako solárna tepelná energia.

**Obr.99** Šírenie tepla
https://www.mrowl.com/user/genesea_vallecorsa/radiationdurin/whatisradiation

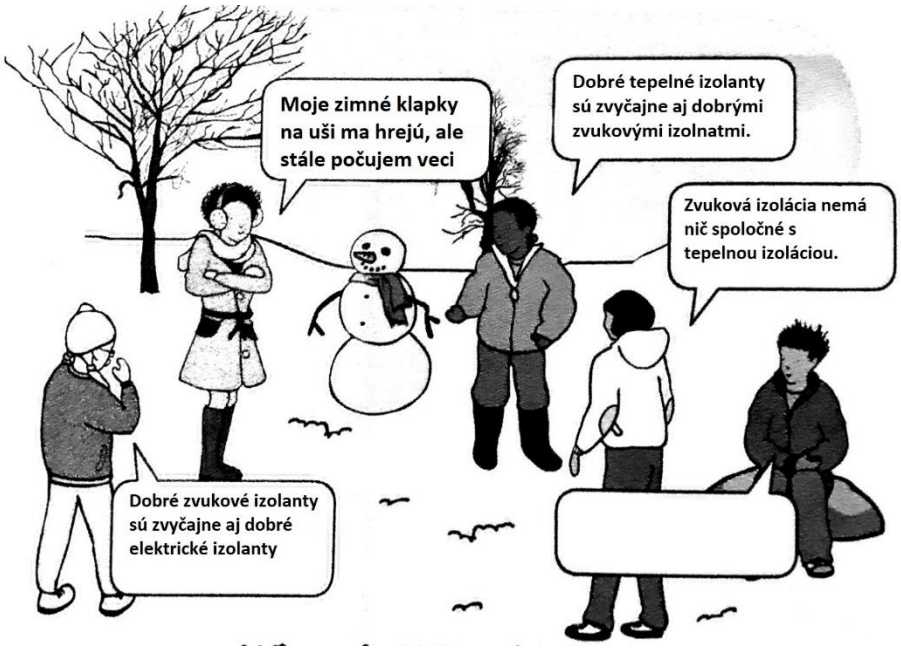
**Straty tepla a izolanty**

**Tepelný izolant** znižuje prenos tepla medzi objektmi v tepelnom kontakte alebo v oblasti sálavého vplyvu. Tepelné izolácie pozostávajú z materiálov s nízkou tepelnou vodivosťou, ktoré sú kombinované tak, aby sa dosiahla ešte nižšia tepelná vodivosť systému. Tepelnú izoláciu je možné dosiahnuť špeciálne navrhnutými metódami alebo procesmi, ako aj vhodnými tvarmi a materiálmi objektov. Kovy majú vo všeobecnosti vysokú elektrickú vodivosť a vysokú tepelnú vodivosť. Tieto vlastnosti vyplývajú najmä zo skutočnosti, že ich vonkajšie elektróny (voľné elektróny) sú delokalizované. V dôsledku toho sú kovy veľmi dobrými tepelnými vodičmi na rozdiel od tepelných izolantov.




**Obr.100** Tepelná izolácia domu (https://dailycivil.com/thermal-insulation-in-buildings-types-and-materials/)

Prezrite si nasledujúci obrázok na ktorom sa rieši, čo je tepelná a zvuková izolácia a rozhodnite, s ktorým výrokom/výrokmi súhlasíte a prečo.




**Obr.101** Concept cartoons© Tepelná a zvuková izolácia (Naylor a kol. 2021)

Je potrebné dodať, že tepelná izolácia je primárne založená na veľmi nízkej tepelnej vodivosti plynov. Plyny majú v porovnaní s kvapalinami a pevnými látkami slabé vlastnosti tepelnej vodivosti, a preto sú dobrým izolačným materiálom, ak sa dajú zachytiť (napr. v penovej štruktúre). Vzduch a iné plyny sú vo všeobecnosti dobrými izolantmi. Z toho dôvodu sa napríklad používajú 2-komorové okná na domoch. Rovnako aj kožušina zvierat a vlna ich udržiavajú v teple práve z dôvodu, že obsahujú množstvo vzduchu. Hlavnou výhodou však je absencia konvekcie. Preto mnohé izolačné materiály (napr. polystyrén) fungujú jednoducho tak, že majú veľký počet plynom naplnených vreciek, ktoré zabraňujú konvekcii. Takýto materiál obsahuje mnoho vreciek naplnených plynom, ktoré sa striedajú s pevnými prekážkami. Výsledok je, že teplo sa musí prenášať cez mnoho rozhraní, čo spôsobuje rýchly pokles koeficientu prestupu tepla (Naylor a kol. 2021).

Materiály s veľmi nízkou tepelnou vodivosťou sú známe ako **tepelné izolanty**. Bežné tepelné izolanty sú vlna, sklolaminát, minerálna vlna, polystyrén, polyuretán, husacie perie atď. Tieto materiály sú veľmi slabými vodičmi tepla, a preto sú dobrými tepelnými izolantmi.

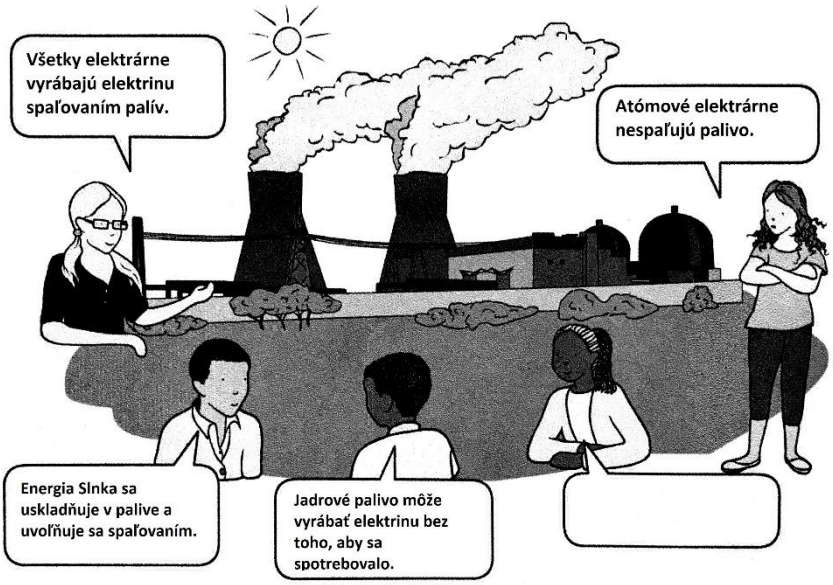
**Zvukový izolant** zastavuje zvukové vlny , ktoré ním prechádzajú, pretože absorbuje (pohlcuje) alebo odráža vibrácie zvukových vĺn. Materiály, ktoré sú mäkké alebo drsné, majú tendenciu pohltiť zvukové vibrácie. Podobnú vlastnosť majú aj materiály, ktoré obsahujú vzduch (napr. už vyššie spomenuté 2-komorové okná). Môžeme teda povedať, že mnohé tepelné izolanty sú aj dobré zvukové izolanty. Nie je to však pravidlom. Napr. drevo je veľmi dobrý tepelný izolant, ale rovnako aj dobrý zvukový vodič, t.j. veľmi dobre prenáša zvuk. Taktiež môžeme povedať, že materiály, ktoré sú dobré zvukové izolanty, sú dobré aj elektrické izolanty. Avšak aj v tomto prípade nejde o pravidlo. Napr. oceľová vlna môže byť dobrým zvukovým izolantom, ale aj dobrým elektrickým vodičom.

O **energii žiarenia**, t.j. elektromagnetickom žiarení a magnetickej energii sa bližšie informácie nachádzajú v téze 1.

**Elektrická energia**

Elektrina je typ energie, ktorú prenášajú nabité častice (elektróny), keď sa pohybujú vo vodičoch. Téme elektriny sme sa rovnako venovali v téze 1, takže v tejto časti doplníme ďalšie informácie so zameraním sa na obsah tézy 4.

Prezrite si nasledujúci obrázok concept cartoons© a popremýšľajte, s ktorým výrokom/výrokmi by ste súhlasili a prečo.




**Obr. 102** Concept cartoons© Energia z jadrového paliva (Naylor a kol. 2021)

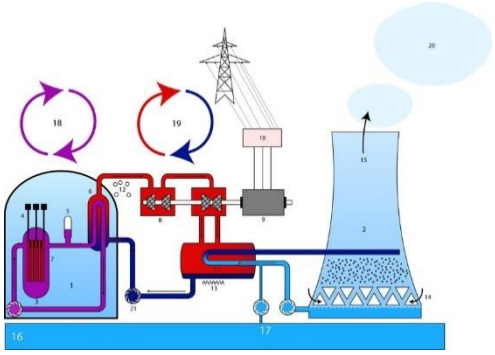
Väčšina elektrárni spaľuje palivá za účelom vytvorenia vodnej pary, ktorá sa využíva na otáčanie turbín na výrobu elektriny. Jadrové elektrárne sú však iné. Tie využívajú reakcie z rádioaktívnych minerálov (napr. urán, plutónium). Tieto jadrové reakcie sú však iné ako je napr. horenie. Pri jadrovej reakcii sa mení štruktúra niektorých atómov a ich jadrá sa delia na menšie časti za účasti uvoľňovania množstva energie. Pri využití 1kg jadrového paliva dokáže jadrová elektráreň vyprodukovať také množstvo energie, ktoré by zodpovedalo spaľovaniu asi 3 miliónov kg uhlia. Fosílne palivá získavali energiu zo Slnka prostredníctvom rastlín a živočíchov, ktoré žili pred mnohými miliónmi rokov.

Ako bolo už naznačené pri poslednom obrázku concept cartoons©, elektrická energia vzniká premenou inej energie v elektrárňach. Takáto „dodávaná“ energia môže mať pôvod z/zo:

- **Vetra** – veterné turbíny využívajú silu vetra. Veterná elektráreň premieňa kinetickú energiu vetra na elektrickú. Vietor vo veterných turbínach otáča lopatkami rotora, ktoré premieňajú kinetickú energiu na rotačnú energiu. Táto rotačná energia sa prenáša hriadeľom do generátora, čím sa vyrába elektrická energia.
- **Slnka** – svetelnú energiu zo Slnka možno zachytiť prostredníctvom solárnych panelov a premeniť na elektrinu. Solárne elektrárne možno rozdeliť na dva hlavné typy: fotovoltaické elektrárne (FV) a elektrárne koncentrovanej solárnej energie (CSP). Fotovoltaické elektrárne premieňajú slnečné svetlo priamo na elektrinu pomocou solárnych článkov, zatiaľ čo koncentrované solárne elektrárne používajú zrkadlá alebo

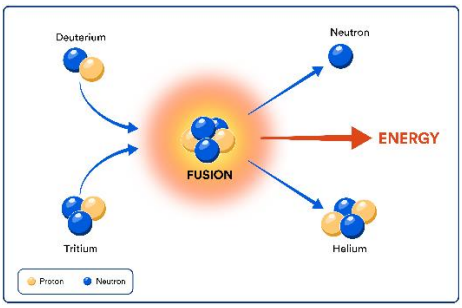
šošovky na koncentráciu slnečného svetla a ohrev kvapaliny, ktorá poháňa turbínu alebo motor.

- **Zeme** – geotermálne elektrárne využívajú teplo prichádzajúce z hlbín Zeme na výrobu elektrickej energie. Tieto elektrárne pracujú na princípe premeny vnútornej energie pary na mechanickú energiu, ktorá sa potom využíva na výrobu elektriny. Ide vlastne o získavanie pary z podzemných geotermálnych zásobníkov a gejzírov, ktorá následne poháňa turbíny na výrobu elektriny.
- **Vody** – vo vodných elektrárňach sa energia vody využíva na pohyb turbín, ktoré následne poháňajú elektrické generátory. Proces výroby elektriny začína vtedy, keď je voda pustená zo značnej výšky a následne preteká turbínou. Turbína premieňa potenciálnu energiu vody na mechanickú energiu, ktorá sa neskôr prostredníctvom alternátora premení na elektrickú energiu.
- **Z rádioaktívnych minerálov –** ide o jadrovú tepelnú energiu. Jadrová energia je forma energie uvoľňovanej z jadra atómov, ktoré sa skladá z protónov a neutrónov. Tento zdroj energie sa môže vyrábať dvoma spôsobmi: *štiepením* – keď sa jadrá atómov rozdelia na niekoľko častí – alebo *fúziou* (syntézou) – keď sa jadrá spoja. Jadrová energia využívaná dnes na celom svete na výrobu elektriny prebieha prostredníctvom jadrového štiepenia.



**Obr. 103** Jadrová elektráreň (https://vyroba-elektrickej-energie5.webnode.sk/jadrova-elektraren-a-princip-jej-cinnosti/)

Z rádioaktívnych minerálov (napr. uránu) sa uvoľňuje energia v dôsledku rozpadu ich atómových jadier.




**Obr. 104** Jadrová syntéza (https://newsela.com/view/clbn35wpe00093b69ho5uufnq/?redirectUrl=https%3A%2F%2Fnewsela.com%2Fread%2Fnuclear-fusion-energy-world-first)

Technológia na výrobu elektriny z fúzie je vo fáze výskumu a vývoja. Ide o reakciu, ktorá je podmienená vysokou teplotou.

**Otázky a úlohy:**

1. Je možné energiu vyrobiť alebo zničiť? Svoju odpoveď vysvetlite.
2. Charakterizujte obnoviteľné a neobnoviteľné zdroje energie.
3. Ako súvisí dýchanie s príjmom potravy?
4. Je teplo a teplota to isté? Vysvetlite.
5. Ako súvisí tepelná izolácia s elektrickou izoláciou? Vysvetlite.
6. Akými spôsobmi sa môže prenášať tepelná energia?

# 5 Zem

**Zloženie Zeme a jej atmosféry a procesy, ktoré v nich prebiehajú, formujú zemský povrch a jej klímu.**

Žiarenie zo Slnka ohrieva zemský povrch a spôsobuje konvekčné prúdy vo vzduchu a v oceánoch, čím vytvára podnebie. Pod zemským povrchom teplo z vnútra Zeme spôsobuje pohyb roztavenej horniny. To následne vedie k pohybu dosiek, ktoré tvoria zemskú kôru, čo zapríčiňuje sopečné erupcie a zemetrasenia. Pevný povrch sa neustále mení v dôsledku formovania a zvetrávania hornín.

Pre vekovú skupinu detí 5-7 rokov sa táto téza zameriava na skúmateľné prvky, napr. počasie. Deti vedia, že vzduch je všade okolo zemského povrchu, ale ďalej od povrchu (vyššie na oblohe) je ho čoraz menej. Počasie je určené podmienkami a pohybom vzduchu.

Pre nasledujúcu vekovú skupinu (7-11 rokov) sa k tejto téme pridávajú ďalšie prvky, ako je teplota, tlak, smer, rýchlosť pohybu a množstvo vodnej pary vo vzduchu. Všetky tieto prvky sa spájajú a vytvárajú počasie. Na základe pozorovaní a meraní týchto vlastností môžeme vytvoriť predpoveď počasia (krátkodobí stav pozorovaných vlastností). V prípade, že tieto prvky počasia na určitom území pretrvávajú dlhodobo, hovoríme o podnebí (Harlen, 2015).

Veľká časť pevného povrchu Zeme je pokrytá pôdou, ktorá je tvorená zmesou kúskov hornín rôznych veľkostí a zvyškov organizmov. Úrodná pôda obsahuje aj vzduch, vodu, niektoré látky vznikajúce rozkladom živých organizmov (najmä rastlín) a rôzne živé organizmy, ako je hmyz, červy a baktérie. Pevný materiál pod pôdou je hornina. Existuje mnoho rôznych druhov hornín s rôznym zložením a vlastnosťami. Pôsobením vetra a vody sa hornina postupne rozpadá na menšie kúsky – piesok sa skladá z malých kúskov hornín a prach z ešte menších kúskov. Približne dve tretiny povrchu Zeme sú pokryté vodou v kvapalnom skupenstve, ktorá je nevyhnutná pre život. Voda sa neustále pohybuje a obnovuje prostredníctvom procesov zahŕňajúcimi odparovanie z oceánov a iných povrchov, ako je pôda a rastliny, kondenzáciu v oblakoch a zrážky ako dážď, sneh alebo krupobitie (Harlen, 2015).

**Podnebie**

Na Zemi je možný život vďaka plynnému obalu, ktorý sa označuje atmosféra. V každej časti Zeme sa nachádzajú iné podmienky pre život, ktorým sa organizmy prispôsobili, či už napr. polárne oblasti, púšť a pod.

**Podnebie** je dlhodobý charakter počasia v určitej oblasti. Počasie sa môže meniť z hodiny na hodinu, zo dňa na deň, z mesiaca na mesiac alebo dokonca z roka na rok. Za podnebie sa považujú poveternostné vzorce v regióne, ktoré sa zvyčajne sledujú najmenej 30 rokov. Ovplyvňuje ho napríklad vzdialenosť od rovníka, nadmorská výška, množstvo slnečného žiarenia, ktoré dopadá na danú oblasť, a pod.

Naopak, **počasie** opisuje aktuálny stav atmosféry na konkrétnom mieste. Počasie sa neustále mení, pretože je ovplyvňované mnohými rôznymi premennými vrátane teploty, tlaku vzduchu, tvorby oblakov, vetra, vlhkosti a dažďa.

Každý deň sledujeme predpoveď počasia, aby sme vedeli, ako sa máme obliecť, či si máme do práce zbaliť dáždnik, prípadne ako silno bude fúkať vietor. Vytváranie predpovede počasia je založené najmä na pozorovaní a predpovedaním zmien.

Aby sme mohli vytvoriť predpoveď počasia v rôznych časových horizontoch, musíme merať tzv. **meteorologické prvky**. Zaraďujeme sem **tlak a teplota vzduchu, vlhkosť vzduchu, slnečné žiarenie, smer a rýchlosť vetra, oblačnosť a zrážky**. Jednotlivé meteorologické prvky majú rôznu dôležitosť, pretože počasie ovplyvňujú rôznymi spôsobmi. Jednotlivé prvky bližšie charakterizujeme v ďalšom texte.

**Tlak vzduchu** – označuje sa aj ako **atmosférický tlak**. Atmosférický vzduch má tiež svoju hmotnosť. Za normálnych podmienok má jeden meter kubický vzduchu hmotnosť približne 1,3 kg. Tlak vzniká tiažou zvislého stĺpca vzduchu, ktorý sa tiahne od zemského povrchu smerom nahor skrz celú atmosféru (t.j. po jej hornú hranicu). Ak by sme stúpali vzduchom hore, tak tento stĺpec vzduchu by sa zmenšoval, rovnako ako tlak. Tzn., že čím ďalej sme od zemského povrchu, tým je tlak vzduchu menší. Tlak vzduchu sa meria v pascaloch (Pa), v meteorológii sa často používa jeho násobok - hektopascal (1 hPa = 100 Pa), pomocou prístroja zvaného barometer. Na veľkosť atmosférického tlaku má vplyv teplota vzduchu, obsah vodnej pary v atmosfére, nadmorská výška a zemepisná šírka. Keďže meteorologické stanice, ktoré merajú atmosférický tlak sa nachádzajú v rôznych oblastiach (a v rôznej nadmorskej výške), tak sa používa tlak redukovaný na hladinu mora. Jeho hodnota predstavuje 1013,25 hPa (tzv. normálny atmosférický tlak). Tlak vzduchu ovplyvňuje aj pohyb vzduchu a tvorbu vetra. Podľa tlaku v danej oblasti rozlišujeme:

- **A) Zónu nízkeho tlaku (cyklóna):** v lete sa zemský povrch zahrieva vplyvom slnečného žiarenia, čo spôsobuje, že teplý a suchý vzduch stúpa smerom hore. Tak vzniká oblasť tlakovej níže, ktorá priťahuje teplý vzduch z okolia. Stúpajúci vzduch sa ochladzuje, dochádza ku kondenzácii vodnej pary a môže sa vytvoriť oblačnosť alebo búrka.
- **B) Zónu vysokého tlaku (anticyklóna):** V zime sa povrch pevniny ochladzuje, a preto má vzduch nad ním vyššiu hustotu. Chladný vzduch klesá z vyšších vrstiev atmosféry nadol. Pri zostupe sa stláča a ohrieva, čím sa zabraňuje kondenzácii vodnej pary – nevznikajú oblaky a počasie býva jasné a suché.

Rozdiel v tlaku medzi oblasťou vysokého tlaku a oblasťou nízkeho tlaku vytvára pohyb vzduchu a vniká **vietor**. To znamená, že čím väčšie sú rozdiely medzi oblasťami tlaku, tým je vietor rýchlejší. Rýchlosť vetra sa určuje podľa stupnice, ktorá sa nazýva Beaufortova.

| sila | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| rýchlosť vetra (km/h) | menej ako 2 | 2 až 6 | 7 až 11 | 12 až 19 | 20 až 29 | 30 až 39 |
| popis | bezvetrie | vánok | slabý vietor | mierny vietor | dosť čerstvý vietor | čerstvý vietor |

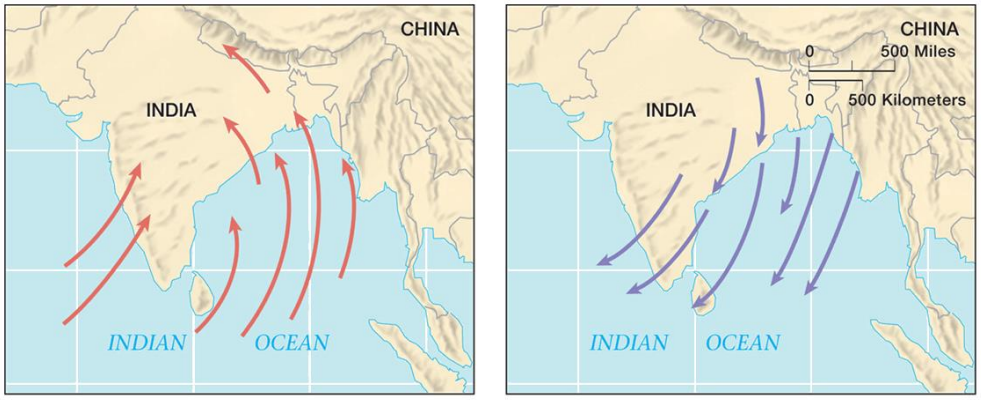
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 40 až 50 | 51 až 61 | 62 až 74 | 75 až 87 | 88 až 101 | 102 až 120 | viac ako 120 |
| silný vietor | prudký vietor | búrlivý vietor | víchrica | silná víchrica | mohutná víchrica | uragán (orkán) |

**Obr.105** Beaufortova stupnica ([https://hurikanyatornada.webnode.sk/beaufortova-stupnica/](https://hurikanyatornada.webnode.sk/beaufortova-stupnica/))

Uvedená stupnica zobrazuje silu vetra, ktorá je založená na pozorovaní podmienok a vlnenia na vodnej hladine. Najnižšia hodnota na stupnici je nula, ktorá zodpovedná bezvetriu a najvyššia 12, ktorá prislúcha orkánu, v ktorom môže rýchlosť vetra dosahovať rýchlosť až 480km/hod.

**Monzúny**

Slovo monzún pochádza z arabského slova *mausim*, ktoré označuje sezónu. Ide o silné sezónne vetry, ktoré predstavujú určitý model počasia alebo obdobie, ktoré so sebou prináša početnejšie búrky, viac zrážok a silný vietor.




**Leto** **Zima**

**Obr.106** Letný a zimný monzún (https://upscfever.com/upsc-fever/en/environment/en-env-chp3.html)

Monzúny delíme na dva základné typy, a to na **letný a zimný monzún**. Letný monzún prináša silné dažde do subtropických oblastí (napr. JV Ázia a India), pretože dochádza k prúdeniu vzduchu od oceánu smerom nad pevninu. Zimný monzún prináša suché a chladné počasie a predstavuje prúdenie suchého vzduchu od pevniny smerom nad oceán.

**Teplota vzduchu** predstavuje najčastejšie meraný parameter počasia. Konkrétnejšie, teplota opisuje kinetickú energiu alebo energiu pohybu plynov, ktoré tvoria vzduch. Keď sa molekuly plynu pohybujú rýchlejšie, teplota vzduchu sa zvyšuje. Teplota vzduchu ovplyvňuje takmer všetky ostatné parametre počasia. Napríklad teplota vzduchu ovplyvňuje rýchlosť odparovania, relatívnu vlhkosť, rýchlosť a smer vetra, typy zrážok a pod. V praxi sa teplota vzduchu meria vo výške 2 metre nad zemou a v tieni.

**Vlhkosť vzduchu** vyjadruje mieru množstva vodnej pary vo vzduchu. Teplejší vzduch môže pojať viac vodnej pary ako chladnejší vzduch, ak je k dispozícii dostatok vody. Trópy sú veľmi teplé, ale zároveň aj veľmi vlhké (vzduch obsahuje veľa vodnej pary). Takýto vzduch označujeme ako *mokrý*. Naopak, nad studenou Arktídou a Antarktídou alebo púšťami Sahary je veľmi málo vodnej pary, preto by vlhkosť bola oveľa nižšia – hovoríme o *suchom vzduchu*. Vlhkosť zvyčajne meriame ako **relatívnu vlhkosť**. Táto hodnota porovnáva množstvo vodnej pary vo vzduchu s tým, koľko by jej mohlo byť pri danej teplote. Vlhkosť vzduchu sa mení, rovnako ako aj teplota, v priebehu dňa a roka (pozri bližšie rosný bod, str. 101).

Slnečné žiarenie dopadá zo Slnka na zemský povrch. Teplota na Zemi závisí od toho, koľko energie vstupuje atmosféry Zeme a koľko ju opúšťa. Slnečnému žiareniu trvá 8 minút a 20 sekúnd, kým sa k nám dostane. Toto slnečné žiarenie ohrieva našu planétu. Keď slnečné žiarenie prechádza atmosférou, absorbuje sa, rozptyľuje sa alebo odráža. Všetky tieto procesy vedú k zníženiu hustoty energetického toku. Keď slnečné žiarenie dosiahne Zem, približne 30 % z neho sa odrazí späť do vesmíru oblakmi, atmosférou a povrchom. Zvyšných 70 % absorbuje atmosféra, oceány a pevnina, čo poháňa procesy ako fotosyntézu, kolobeh vody a poveternostné vzorce.

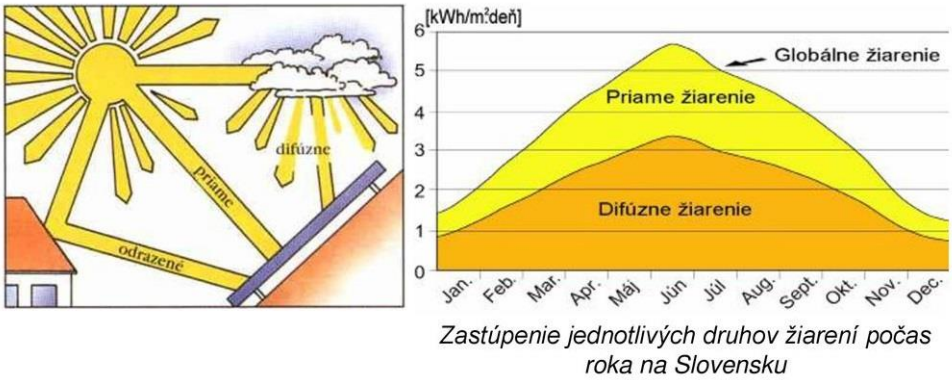
Treba si uvedomiť nasledujúce **hlavné straty**:

- absorbované časticami a molekulami v atmosfére 10 – 30 %
- odrazené a rozptýlené späť do vesmíru 2 – 11 %
- rozptýlené na Zemi (priame žiarenie sa stáva difúznym) 5 – 26 %

<u>Slnečné žiarenie,</u> ktoré preniká na zemský povrch členíme na:

- **priame (insolácia**) – prichádza k zemskému povrchu priamo od Slnka.
- **rozptýlené (difúzne**) – žiarenie sa prechodom cez atmosféru rozptyľuje na molekulách plynov, časticiach prachu i dymu a pod. Takmer 25% energie z celkového toku sa premieňa na tento typ žiarenia.
- **celkové (globálne**) – predstavuje súčet priameho a rozptýleného žiarenia.
- **odrazené (albedo)** – globálne žiarenie sa sčasti od zemského povrchu odráža, z väčšej časti je absorbované vrchnou vrstvou pôdy a vody a mení sa na teplo. Odrazené žiarenie sa nazýva *albedo* a jeho hodnota závisí od charakteru odrážajúceho povrchu, od jeho farby a vlhkosti, druhu a hustoty porastu a pod. Napríklad, sneh a ľad majú vysoké albedo (okolo 0,8 až 0,9), a teda väčšina slnečného svetla je odrazená. Naproti

tomu napr. oceány či lesy majú nízke albedo (okolo 0,1 až 0,2), a preto pohlcujú väčšinu svetla a tepla.

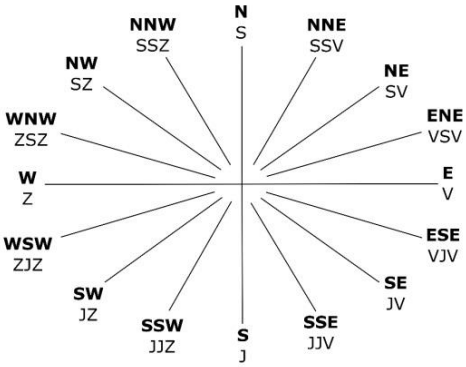



**Obr. 107** Slnečná energia (https://slideplayer.cz/slide/14123552/)

**Smer a rýchlosť vetra** – ako sme už vyššie uviedli, vietor vzniká na miestach, kde je rozdiel tlaku medzi oblasťou vysokého tlaku a oblasťou nízkeho tlaku. Smer je vždy z miesta vyššieho tlaku do miesta nižšieho tlaku vzduchu. Pri jeho opise udávame 2 parametre, a to rýchlosť a smer. Rýchlosť vetra meriame v m/s alebo km/hod. Rýchlosť vetra, sa meria anemometrom, spravidla 10 metrov nad povrchom.

**Obr. 108** Anemometer (https://www.baamboozle.com/game/1051651)

Smer vetra sa určuje veternou smerovkou a udáva v stupňoch, pričom platí že 360 ° je sever (označenie N) a 180 ° je juh (označenie S):




**Obr. 109** Veterná ružica (https://eduaviation.lf.tuke.sk/wp-content/uploads/3_Vietor.pdf)

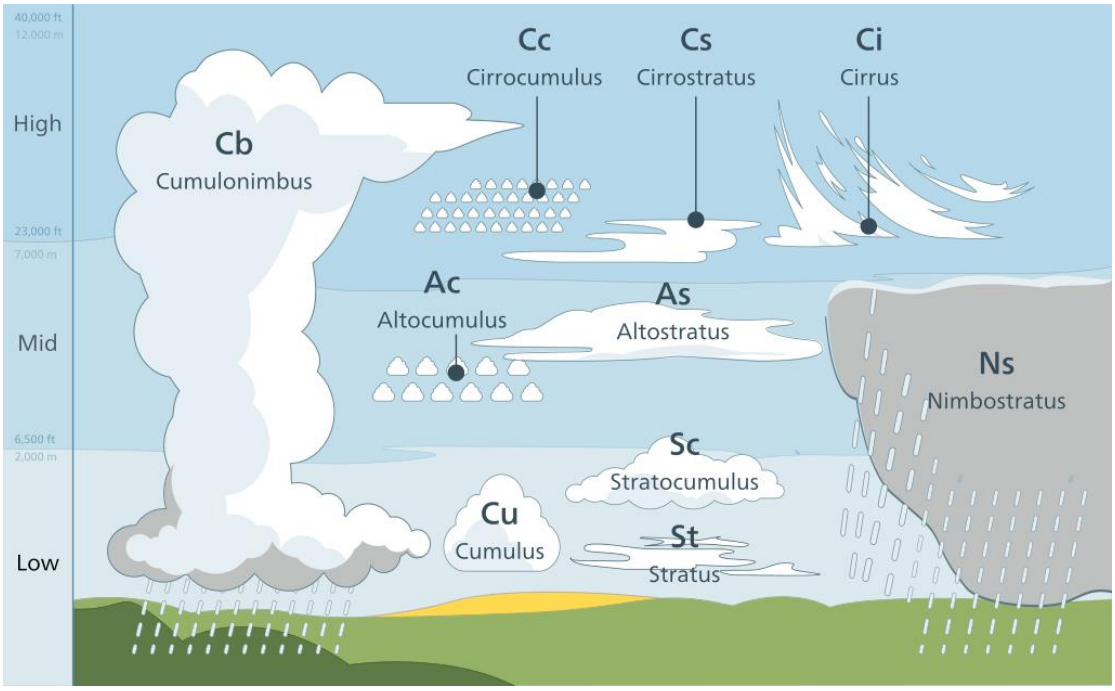
**Oblačnosť a zrážky** súvisia s množstvom vodnej pary vo vzduchu. Už pri pohľade na oblohu vieme podľa oblakov, ich množstva a sfarbenia predpovedať počasie. Oblačnosť vyjadruje stupeň pokrytia oblohy oblakmi, pričom charakterizuje nielen celkový ráz počasia, ale nepriamo udáva aj trvanie slnečného svitu. Oblačnosť má zároveň veľký význam pre tepelnú bilanciu zemského povrchu. V meteorológii sa oblačnosť vyjadruje v osminách: 0-1/8 jasno, 2/8 takmer jasno, 3/8 malá oblačnosť, 4/8 polojasno/polooblačno, 5-6/8 oblačno, 7/8 takmer zamračené a 8/8 zamračené.

Za oblak sa považuje aj hmla, ktorá sa dotýka zemského povrchu. Oblaky vznikajú kondenzáciou vodnej pary vo vzduchu. Oblaky sú v neustálom vývoji. V miernych zemepisných šírkach sa oblaky vyskytujú asi do výšky 13 km. Podľa výšky rozlišujeme tri druhy oblačnosti:

1. **nízka oblačnosť** (od povrchu zeme do výšky 2 km) - *stratus, stratocumulus*

2. **stredná oblačnosť** (2 až 7 km) - *altocumulus, altostratus*

3. **vysoká oblačnosť** (5 až 13 km) - *cirrus, cirrostratus, cirrocumulus*

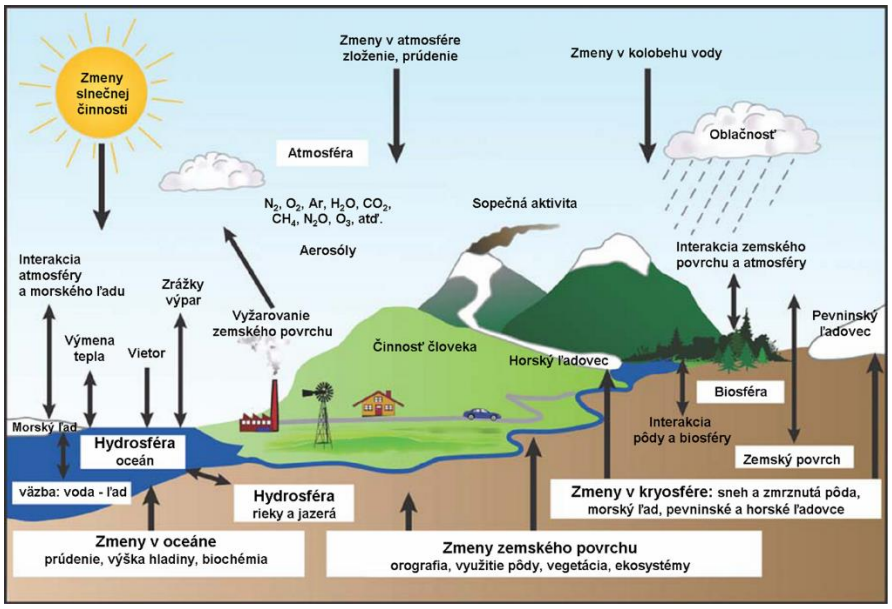



**Obr. 110** Typy oblakov (https://www.adhara.sk/?page_id=1927)

Okrem toho ešte odlišujeme oblaky vertikálneho vývoja, ktoré zasahujú do viacerých vrstiev, ako napr. *nimbostratus, cumulus, cumulonimbus.*

**Klimatický systém**

Rôzne časti sveta majú rôzne podnebie. **Podnebie** je určené klimatickým systémom regiónu. Klimatický systém má päť hlavných zložiek: atmosféru, hydrosféru, kryosféru, zemský povrch (litosféru) a biosféru.




**Obr.111** Klimatický systém Zeme (https://www.shmu.sk/sk/?page=1070)

**Atmosféra** je najpremenlivejšou časťou klimatického systému. Zloženie a pohyb plynov obklopujúcich Zem sa môže radikálne meniť v dôsledku prírodných a človekom spôsobených faktorov.

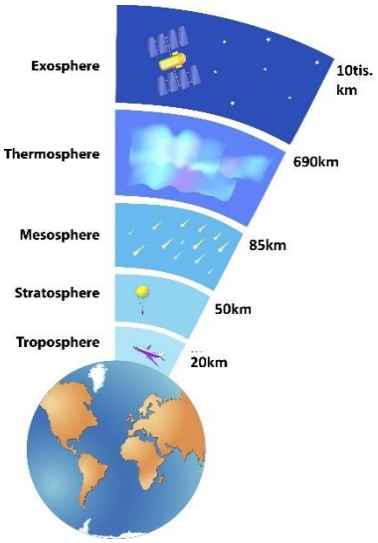
Atmosféra pozostáva z niekoľkých druhov plynu. Je zložená z rôznych plynov, predovšetkým z dusíka (78%), kyslíka (21%), argónu (0,093%), oxidu uhličitého (0,03%) a iných vzácnych plynov, ako sú napr. hélium či vodík:

- **Dusík** predstavuje plyn, ktorý sa môže vyskytovať v pôde, ale aj voľne v atmosfére. Je veľmi dôležitý pre život rastlín.
- **Kyslík** je plyn, ktorý je dôležitý pre dýchanie živočíchov, vrátane človeka. Jeho prítomnosť v tele je dôležitá na premenu potravy na energiu.
- **Argón** je chemický prvok, ktorý patrí do skupiny vzácnych plynov. Ide o tzv. interný plyn, čo znamená, že veľmi ťažko chemicky reaguje s inými prvkami.
- **Oxid uhličitý** spolu s metánom patrí k tzv. skleníkovým plynom, ktoré sa najviac podieľajú na globálnej zmene klímy. Kolísanie objemu oxidu uhličitého v atmosfére je z dlhodobého aj krátkodobého (ročného) hľadiska prirodzené.

Okrem toho atmosféra obsahuje rôzne množstvo **vodnej pary**, v priemere okolo 1 %. V atmosfére sa nachádza aj veľa drobných pevných alebo kvapalných častíc nazývaných aerosóly. **Aerosóly** môžu byť tvorené prachom, spórami a peľom, soľou z morskej vody, sopečným popolom, dymom a látkami vznikajúcimi pri ľudskej činnosti.

Plyny, z ktorých atmosféra pozostáva, sa držia na Zemi vďaka gravitačnej sile (aj na ne pôsobí). Všeobecne ale môžeme v atmosfére rozlíšiť 5 vrstiev. Každá z nich má charakteristickú teplotu, tlak a javy, ktoré v nej prebiehajú. Najnižšia vrstva, v ktorej sa aj my nachádzame, je **troposféra**. Tzn., ide o vrstvu najbližšie k zemskému povrchu, kde sa nachádza väčšina oblakov a vyskytuje sa takmer všetko počasie. Niektoré prúdové lietadlá lietajú v ďalšej vrstve, **stratosfére**, ktorá obsahuje prúdy a oblasť nazývanú *ozónová vrstva.* Ďalšia vrstva, **mezosféra**,

je najchladnejšia, pretože v nej takmer nie sú žiadne molekuly vzduchu, ktoré by absorbovali tepelnú energiu. Je tam tak málo molekúl, od ktorých by sa svetlo mohlo lámať, že sa v tejto vrstve mení aj obloha z modrej na čiernu. A najďalej od povrchu sa nachádza **termosféra**, ktorá absorbuje veľkú časť škodlivého žiarenia, ktoré dopadá na Zem zo Slnka, čo spôsobuje, že táto vrstva dosahuje extrémne vysoké teploty. Za termosférou sa nachádza **exosféra**, ktorá predstavuje prechod zo zemskej atmosféry do vesmíru.



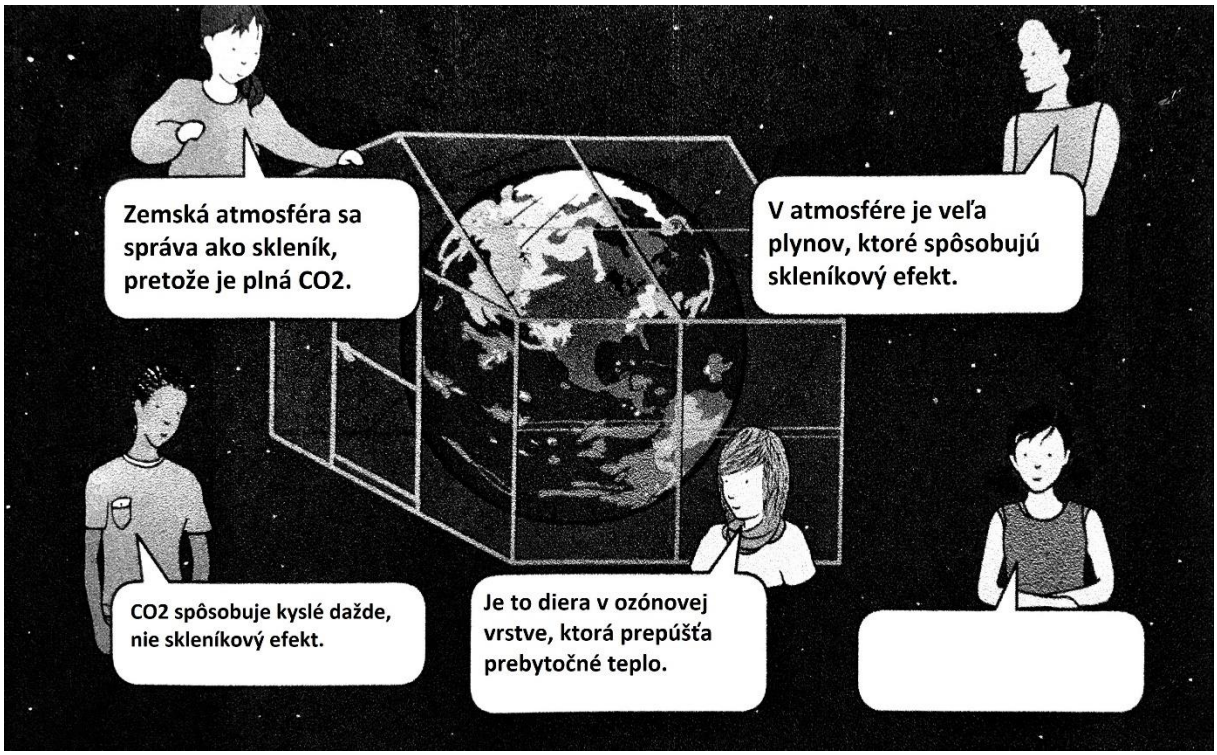

**Obr. 112** Vrstvy atmosféry (https://georsgisn.blogspot.com/2020/02/layers-of-atmosphere.html)

**Hustota a tlak** v atmosfére klesajú s narastajúcou vzdialenosťou od zemského povrchu. Postupne ustupuje vesmírnemu vákuu. Neexistuje presná horná vrstva atmosféry, ale oblasť medzi 100 – 120 km nad zemským povrchom sa často považuje za hranicu medzi atmosférou a vesmírom, pretože vzduch je tu veľmi riedky. Za touto hranicou sa však nachádzajú merateľné stopy atmosférických plynov, ktoré sú detekovateľné stovky kilometrov od zemského povrchu.

Atmosféra plní viaceré funkcie. Medzi najhlavnejšie patrí:

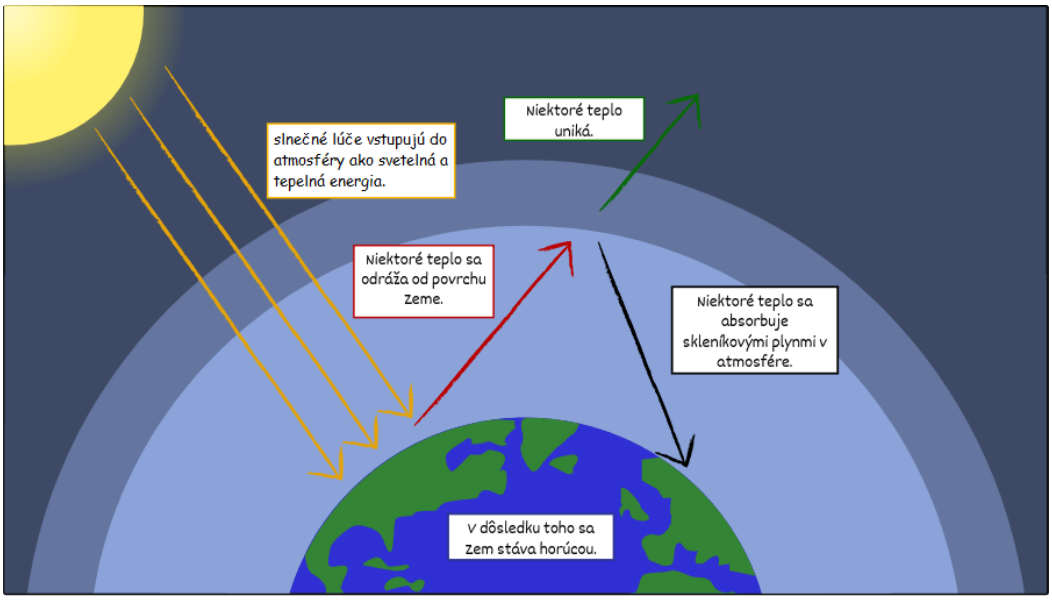
- Poskytovanie živým organizmom vzduch na dýchanie;
- chráni nás pred škodlivým ultrafialovým (UV) žiarením prichádzajúcim zo Slnka;
- zachytáva teplo na ohrievanie planéty a zabraňuje extrémnym teplotným rozdielom medzi dňom a nocou.

Prezrite si nasledujúci obrázok a popremýšľajte, aký je súvislosť medzi atmosférou a skleníkovým efektom.




**Obr. 113** Concept cartoons© Skleníkový efekt (Naylor a kol., 2021)

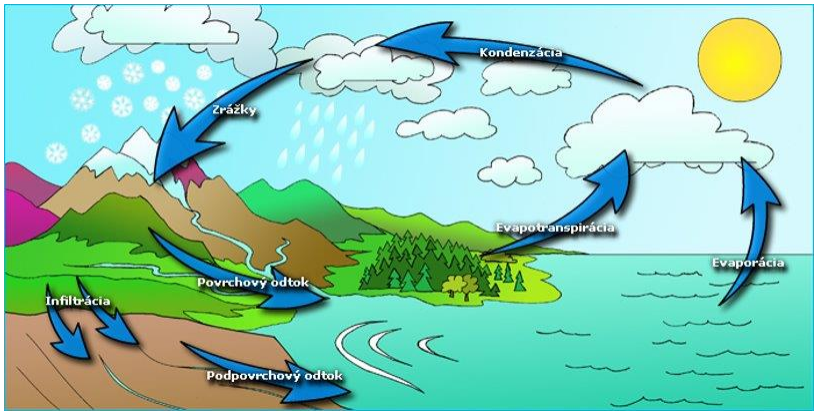
Bez atmosféry by boli teploty na celom zemskom povrchu hlboko pod bodom mrazu. Namiesto toho teplo absorbované a zachytené našou atmosférou udržiava priemernú povrchovú teplotu našej planéty na príjemných 15 °C vďaka skleníkovým plynom. Atmosféra umožňuje väčšine viditeľného svetla zo Slnka prejsť a dosiahnuť zemský povrch. Keď sa zemský povrch zahrieva slnečným žiarením, vyžaruje časť tejto energie späť do vesmíru ako infračervené žiarenie. Toto žiarenie, na rozdiel od viditeľného svetla, má tendenciu byť absorbované skleníkovými plynmi v atmosfére, čím sa zvyšuje jej teplota. Zahriata atmosféra následne vyžaruje infračervené žiarenie späť smerom k zemskému povrchu. Bez vplyvu skleníkového efektu na našu planétu by priemerná povrchová teplota bola približne -18 °C . Tzn., že by na Zemi nebol možný život (Naylor a kol., 2021) .




**Obr. 114** Skleníkový efekt (https://www.storyboardthat.com/sk/lesson-plans/glob%C3%A1lne-otep%C4%BEovanie)

Medzi *prirodzené skleníkové plyny* zaraďujeme oxid uhličitý, metán, ozón, oxidu dusný a vodnú paru. Skleníkové plyny tiež vznikajú pôsobením *ľudskej (antropogénnej*) činnosti, ako napr. produkty pri spaľovaní, priemyselnej výrobe a pod.

Zmeny v **hydrosfére**, ktoré zahŕňajú zmeny teploty a slanosti, prebiehajú oveľa pomalšie ako zmeny v atmosfére. Hydrosféra súhrnne zahŕňa všetky formy vody na Zemi. Zahŕňa povrchové vodné útvary, ako sú rieky, oceány, jazerá a rybníky, podzemnú vodu, vodnú paru (oblaky a hmlu) v atmosfére a ľad. Takmer 97,5% zemskej vody tvorí morská voda, a teda slaná, takže iba 2,5 % pripadá sladkej vode. Z týchto 2,5 % je takmer 70 % zamrznutých a iba 30 % je pod zemou. Zamrznutú časť hydrosféry tvoria ľadovce, ľadové čiapky a ľadovce. Táto časť hydrosféry sa nazýva **kryosféra**. Rôzne zložky hydrosféry sa líšia svojím skupenstvom (tuhé, kvapalné alebo plynné) a miestom, kde sa nachádzajú. Hydrosféra tak predstavuje dynamický systém, v ktorom voda neustále cyklicky prechádza medzi kvapalným, pevným a plynným skupenstvom. Tento hydrologický cyklus zohráva dôležitú úlohu pri regulácii zemskej klímy, formovaní jej povrchu a podpore života. Označuje sa ako **kolobeh vody**.



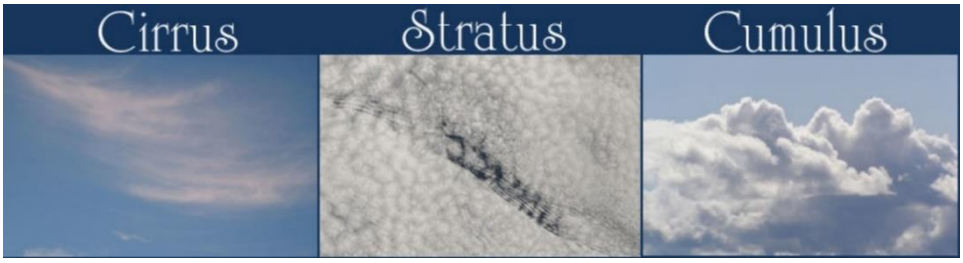

**Obr. 115** Kolobeh vody v prírode (https://sk.pinterest.com/pin/622270873492074828/)

Prezrite si nasledujúci obrázok concept cartoons ©, v ktorom sa rieši, čo je hmla, opar a oblaky. Rozhodnite, s ktorým výrokom/výrokmi súhlasíte a prečo:

**Obr. 116** Concept cartoons© Čo sú oblaky, hmla a opar? (Naylor a kol., 2021)

Kolobeh vody začína tak, že pôsobením Slnka sa voda začne vyparovať do atmosféry. Tu sa z nej formujú oblaky, rosa alebo hmla:

- **Oblaky** – vplyvom tepla zo Slnka sa voda na zemskom povrchu vyparuje. Táto teplá vodná para sa začne dvíhať smerom hore, ďalej od zemského povrchu. Ako však stúpa smerom nahor, nastáva jej ochladzovanie. Z dôvodu, že studený vzduch nedokáže udržať toľko vlhkosti ako teplý vzduch, nastáva kondenzácia vodnej pary a vzniká oblak. Oblaky, ktoré sú veľmi vysoko nad zemským povrchom (cca nad 5000 metrov) sú zložené z ľadových kryštálov, nie z vodnej pary (pozri viac téza 1). Tvar oblakov závisí od množstva vlhkosti v atmosfére a jej pohybu. Podľa tvaru rozoznávame 3 skupiny oblakov – *cumulus* (kopovitý tvar), *stratus* (vrstevnatý tvar), *cirus* (chumáčovitý):




**Obr. 117** Typy oblakov podľa tvaru (https://discover.hubpages.com/education/Learn-About-Types-of-Clouds-for-Kids)

- **rosa** – najmä za jasných a bezveterných nocí dochádza k silnému vyžarovaniu tepla zo zemského povrchu, ktoré sa cez deň v ňom nahromadilo. Teplota tak

klesá až do ranných hodín, kedy svoje minimum dosiahne obvykle v čase pred východom slnka. Pokles teploty je najrýchlejší okolo západu Slnka, v priebehu noci sa pokles teploty spomaľuje. Po východe Slnka potom teplota naopak „vystrelí" smerom hore. Počas nočného ochladzovania sa tvorí vrstva najstudenejšieho vzduchu tesne nad zemským povrchom. To preto, že studený vzduch má väčšiu hustotu, a preto sa prirodzene drží pri zemi. Vo vzduchu je určité množstvo vlhkosti a čím nižšia je jeho teplota, tým menej vlhkosti je vzduch schopný prijať. Pri ochladzovaní vzduchu preto pomaly narastá jeho relatívna vlhkosť (z akej časti je vzduch pri danej teplote nasýtený vodnou parou) až dosiahne teplotu, kedy už dané množstvo vlhkosti nedokáže prijať - vzduch je 100 % nasýtený vodnou parou a potrebuje sa prebytočnej vody zbaviť - vlhkosť začína kondenzovať, t.j. vylučovať sa zo vzduchu vo forme vodných kvapiek. Teplota, pri ktorej vzduch s daným obsahom vodnej pary začína kondenzovať, sa nazýva **rosný bod**. K dosiahnutiu rosného bodu zvyčajne dochádza len v tenkej vrstve studeného vzduchu pri zemi, kde sa formuje **rosa**. Rose sa najlepšie darí na vegetácii alebo na kovových predmetoch, ktoré sú vodivé, a preto nad ránom pri zemi ostanú chladné. Čím je rosný bod vyšší, tým je vzduch vlhkejší a my pociťujeme dusno. Naopak, nízky rosný bod znamená, že je vzduch veľmi suchý. Ak k nám teda prúdi veľmi suchý vzduch, rosa sa nemusí vytvoriť ani za jasnej a chladnej noci. Rosa sa nebude tvoriť v situácii, ak počas noci teplota neklesne na (pod) hodnotu rosného bodu. To sa môže stať aj vtedy, keď je vzduch vlhký a hodnota rosného bodu pomerne vysoká. V noci sa však príliš neochladí – táto situácia môže nastať vtedy, keď je v noci na oblohe veľká oblačnosť, ktorá zabraňuje vo vyžarovaní tepla zo zemského povrchu. Nočnému ochladzovaniu zabraňuje aj vietor, ktorý vzduch neustále premiešava. Ak leží rosný bod pod bodom mrazu a dosiahne sa táto teplota, vodná para rovno prechádza do pevného skupenstva (sublimuje) a vzniká **srieň**.

- **Hmla** – ak klesne teplota vzduchu pod teplotu rosného bodu, tak v väčšej vrstve vzduchu nad zemským povrchom vzniká **prízemná hmla**. Ak sa pod teplotu rosného bodu ochladí v celom stĺpci vonkajšieho vzduchu (teplý a vlhký vzduch sa ochladí stykom so studeným povrchom), vzniká hmla. Vodná para vo vzduchu kondenzuje a mení sa na drobné vodné kvapky, ktoré tvoria hmlu. Podobne pri teplotách pod nulou vlhkosť vo vzduchu sublimuje a prechádza rovno do pevného skupenstva (drobné ľadové kryštáliky) a vzniká **mrznúca hmla.**

Hmla, opar a oblaky majú spoločné to, že sa skladajú z drobných kvapiek vody, ktoré vznikajú kondenzáciou vodnej pary. Dym je zmes pevných, kvapalných a plynných látok, ktoré vznikajú pri horení. Ide o zmes rôznych látok, pričom niektoré z nich, ak by sme vdýchli, môžu poškodiť naše zdravie. Palivá horia viac, ak je tam prítomného viac kyslíka, a to vytvára menej dymu. Smog je typ znečistenia, ktorý sa vyskytuje najmä v mestách, ako produkt najmä z automobilov. Naopak, dym vzniká pri spaľovaní, napríklad uhlia. Slnečné lúče pôsobia na tieto „výpary“ a menia ich chemicky. Ak smog neodfúkne vietor, tak sa môže hromadiť a spôsobovať problémy (Naylor a kol., 2021).

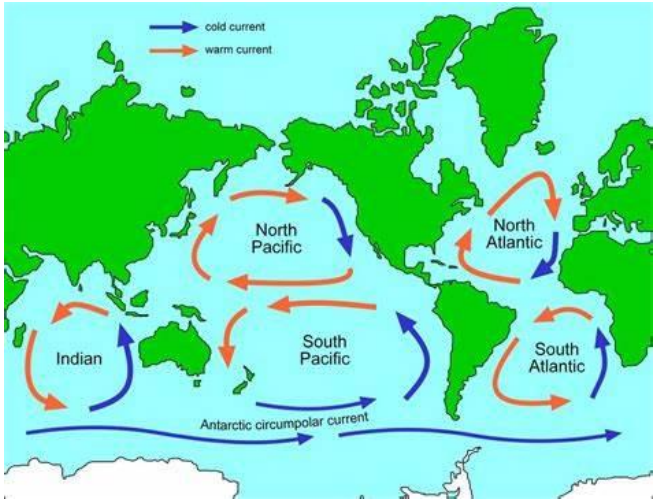
Vyparená voda zo zemského povrchu padá späť na Zem v podobe **zrážok** (dážď, krúpy, sneh):

- **dážď** – oblaky sú zložené z drobných vodných kvapiek. Pršať začne vtedy, keď sú tieto kvapky ťažké a nedokážu sa udržať vo vzduchu.
- **krúpy** – ide o kúsky ľadu, ktoré narastajú z ľadových kryštálov v oblaku, ktorý zamŕza. Ich veľkosť závisí od výšky, v ktorej sa oblak nachádza – čím vyššie, tým sú väčšie.
- **sneh** – vločky snehu sa začínajú vytvárať vtedy, keď kvapky vody zamrznú do ľadových kryštálov, ktoré sa pri páde smerom na zemský povrch spájajú vďaka studenému vzduchu.

**Zrážková voda** je donášaná potokmi a riekami do jazier a morí, odkiaľ nastáva opäť jej vyparovanie. Celý kolobeh vody je zároveň reprezentovaný skupenskými premenami (pozri bližšie tézu 1).

O hydrosfére možno ešte povedať, že interaguje so zemskou kôrou a formuje jej povrch **eróziou, sedimentáciou a inými geologickými procesmi**. Je nevyhnutná pre suchozemské aj morské ekosystémy a podporuje širokú škálu foriem života. Voda je nevyhnutná pre všetky živé organizmy, vďaka čomu je hydrosféra dôležitou súčasťou zemskej biosféry. Ako sme už uviedli vyššie, voda na Zemi je v neustálom pohybe. Platí to aj pre vodu v oceánoch, ktorá zabezpečuje „roznos“ tepla po zemskom povrchu vďaka **morským prúdom**.

Prúdenie vody na povrchu oceánov vzniká vďaka vetru (až do hĺbky cca 400m), ktorý prichádza z horúcich oblastí smerom k chladnejším. Tento pohyb sa označuje aj ako **oceáske gýry.** Ak by sa Zem neotáčala, vietor by jednoducho premiešaval studený vzduch (s väčšou hustotou) v blízkosti pólov s teplým vzduchom (s menšou hustotou) v blízkosti rovníka. V takom prípade by povrchové oceánske prúdy sledovali rovnakú dráhu. Zem sa však otáča, čo vedie k niečomu, čo sa nazýva **Coriolisov efekt.** Namiesto toho, aby cirkulujúci vzduch sledoval priamu dráhu medzi pólmi a rovníkom, sa zdá, že sa na severnej pologuli (kde sa nachádza Severná Amerika), cirkulujúci vzduch zakrivuje **doprava**. Na južnej pologuli sa oceánske prúdy zakrivujú **doľava** (všimnite si smerovanie šípok na obr. 118).



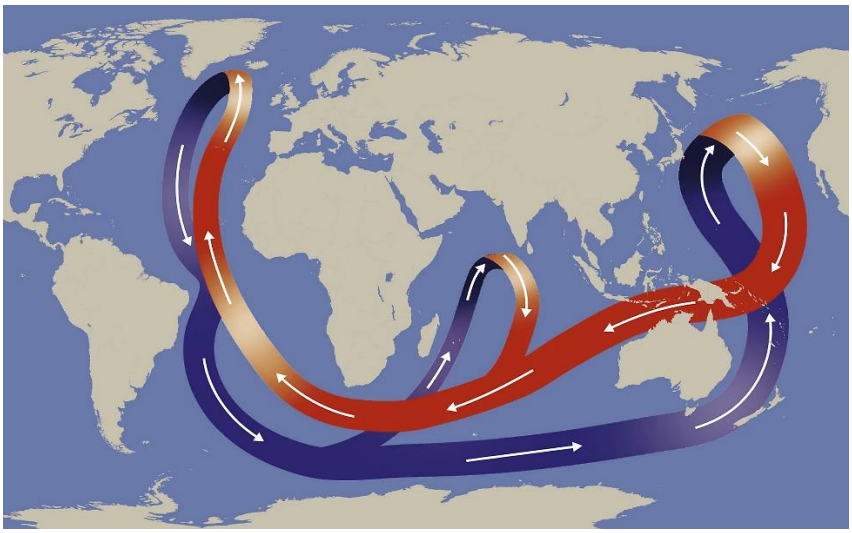

**Obr. 118** Mapa oceánskych gýrov (https://www.sciencelearn.org.nz/images/773-map-of-ocean-gyres)

Ako vidíme na obrázku, existuje päť hlavných gýrov (subtropické gýry severného a južného Tichého ocánu, subtropické gýry severného a južného Atlantiku a subtropický gýr v Indickom oceáne), čo sú rozsiahle systémy rotujúcich oceánskych prúdov. Vietor, príliv a odliv a rozdiely v teplote a slanosti poháňajú oceánske prúdy. Väčšie prúdy, ako napríklad Golfský prúd, majú vlastné názvy. Hoci samotné oceánske gýry neustále cirkulujú, vodná plocha, ktorú obklopujú, je v skutočnosti pokojná a nehybná. To vytvára problém, pokiaľ ide o znečistenie životného prostredia. Keď sa odpad, ktorý sa dostal do oceánu, dostane do stredu oceánskeho víru, už naň nepôsobia žiadne vonkajšie sily, ktoré by ho ďalej posúvali. Výsledkom je, že sa odpad často zhromažďuje v strede oceánskych vírov a zostáva tam mnoho rokov. Z tohto dôvodu sa v severnom Tichom oceáne, severnom Atlantiku a Indickom oceáne vytvorili rozsiahle oblasti s vysokou koncentráciou odpadu. Najznámejším príkladom je tzv. Tichomorský odpadkový vír, známy aj ako Veľká tichomorská odpadková škvrna (*Great Pacific Garbage Patch*).

**Obr. 119** Veľká tichomorská odpadková škvrna
(http://b.parsons.edu/~pany468/parsons/political_website/source2/index.html)

Odhaduje sa, že Veľká tichomorská odpadková škvrna je väčšia ako štát Texas, avšak nie je možné ho presne zmerať. Dôvodom je to, že väčšina plastov vo Veľkej tichomorskej odpadkovej škvrne sa v súčasnosti rozpadla na drobné častice (mikroplasty).

Okrem toho rozoznávame aj „hlboký“ transport vody v oceánoch, ktorý sa označuje ako **globálny dopravník** alebo **globálny oceánsky dopravný pás** (*Global Ocean Conveyor Belt*). Tento systém je poháňaný rozdielmi v hustote morskej vody, ktoré závisia od teploty a slanosti – preto sa nazýva aj termohalinná cirkulácia. Slnko v tropických oblastiach ohrieva vodu v oceánoch. Následne táto teplá voda prúdi smerom k polárnym oblastiam, kde sa ochladí a klesne do hlbších častí oceánu. Odtiaľto prúdi späť do teplejších tropických oblastí, kde sa opätovne oteplí, vystúpi do vyšších častí oceánu a tento proces sa opakuje.



**Obr.120** Hlboké oceánske prúdy (https://www.worldatlas.com/oceans/what-is-the-ocean-conveyor-belt.html)

Ak by neexistovala termoregulačná schopnosť oceánov, vrátane ich veľkej tepelnej kapacity (schopnosti absorbovať prebytočné teplo; tepelná kapacita vody je väčšia ako tepelná kapacita vzduchu), tak by rozdiely v teplote vzduchu medzi rovníkom a polárnymi oblasťami boli také extrémne, že by život na Zemi nebol možný.

**Kryosféra** je ďalšou všeobecne konzistentnou súčasťou klimatického systému. Termín kryosféra pochádza z gréckeho slova *krios*, čo znamená chlad. Ľadové štíty a ľadovce odrážajú slnečné svetlo a tepelná vodivosť ľadu a *permafrostu* (trvalo zamrznutá pôda, ktorá sa vyskytuje najmä v polárnych oblastiach na severnej pologuli, ako sú Sibír, Aljaška, Kanada a niektoré časti Grónska, ale aj vo vysokohorských oblastiach) výrazne ovplyvňuje teplotu. Kryosféra tiež pomáha regulovať termohalinnú cirkuláciu (t.j. globálny systém oceánskych prúdov). Zložky kryosféry hrajú dôležitú úlohu v zemskej klíme. Sneh a ľad odrážajú teplo zo Slnka a pomáhajú regulovať teplotu našej planéty. Keďže polárne oblasti patria medzi najcitlivejšie na klimatické zmeny, kryosféra môže byť jedným z prvých miest, kde vedci dokážu identifikovať globálne zmeny klímy.

**Litosféra** predstavuje pevnú vrstvu zemského povrchu. Nachádza medzi astenosférou (plastický obal Zeme, ktorý umožňuje pohyb litosferických dosiek), ktorá je pod ňou a atmosférou, ktorá je nad ňou. Skladá sa z **pevnej kôry** a najvrchnejšieho **plášťa**. Kôru potom ďalej rozdeľujeme na kontinentálnu a oceánsku kôru. Oceánska kôra je v porovnaní s kontinentálnou omnoho mladšia. Rozdiel medzi nimi je aj v hrúbke. Kontinentálna kôra má hrúbku 30 – 35 km a oceánska kôra je omnoho tenšia, s priemernou hrúbkou okolo 5 km. Litosféra sa rozprestiera do hĺbky približne 100 km. Je rozdelená na približne tucet samostatných, tuhých blokov alebo platní – **tektonických dosiek**. Tieto dosky sa pohybujú, vrážajú do seba, kĺžu vedľa seba alebo sa prekrývajú. Týmto spôsobom sa formujú pohoria, morské dno, ale vznikajú aj zemetrasenia či sopečná činnosť.

- **zemetrasenia** – vznikajú najčastejšie tam, kde dochádza k treniu tektonických dosiek o seba. Ide o miesta, ktoré sa označujú ako **zlomy**. Tieto náhle otrasy zeme sú spôsobené prechodom seizmických vĺn cez zemské horniny. Seizmické

vlny vznikajú, keď sa náhle uvoľní nejaká forma energie uložená v zemskej kôre, zvyčajne, keď sa masy hornín, ktoré sa navzájom napínajú, náhle zlomia a skĺznu. Zemetrasenia sa vyskytujú najčastejšie pozdĺž geologických zlomov, úzkych zón, kde sa horninové masy pohybujú voči sebe. Hlavné zlomové línie sveta sa nachádzajú na okrajoch obrovských tektonických platní, ktoré tvoria zemskú kôru. Najdôležitejším pásom zemetrasení sú pobrežné oblasti okolo Tichého oceánu – napríklad Nový Zéland, Nová Guinea, Japonsko, Aleutské ostrovy, Aljaška a západné pobrežie Severnej a Južnej Ameriky. Zemetrasenia sa merajú pomocou **magnitúdy**, ktorá hodnotí silu a trvanie seizmických vĺn (uvoľnená energia). Magnitúda 3 až 4,9 sa považuje za menšie alebo ľahké zemetrasenie, 5 až 6,9 za stredné až silné, 7 až 7,9 za veľké a magnitúda 8 a viac za veľmi silné zemetrasenie. Po hlavnom zemetrasení zvyčajne nasledujú ďalšie otrasy, ktoré môžu pokračovať aj niekoľko týždňov alebo dokonca rokov. Je možné, podľa vás, zemetrasenie počuť? Prezrite si nasledujúci obrázok a rozhodnite, s ktorým výrokom/výrokmi by ste súhlasili a prečo:

**Obr. 121** Concept cartoons© Môžeme zemetrasenie počuť? (Naylor a kol., 2021)

Pri zemetrasení vznikajú vibrácie, ktoré majú veľmi nízku frekvenciu. Keďže je veľmi nízka, naše uši ju nezachytia, ale môžeme ju cítiť v tele. Pohyby pri zemetrasení spôsobujú vibrácie predmetov okolo nás, čo môže spôsobiť napríklad zničenie budov. Niektoré vibrácie prechádzajú do vzduchu a šíria sa ako nízkofrekvenčná zvuková vlna, ktorú môžeme počuť. Vieme, že zvuk sa šíri rýchlejšie pevným prostredím, ako kvapalným či plynným (Naylor a kol., 2021).

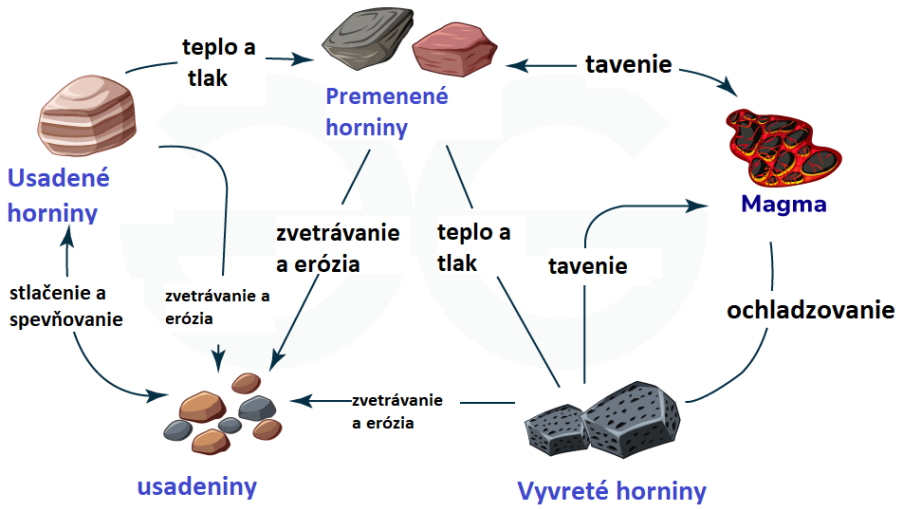
- **sopky** – ich vznik sa spája s miestom, kde láva vyrazí na zemský povrch, najčastejšie však blízko hraníc tektonických dosiek. Môžu však vznikať aj mimo týchto hraníc, v tzv. **horúcich škvrnách**. Ide o miesta, kde sa horúce horniny pohybujú zvnútra Zeme von.

Počas celej histórie Zeme prechádza naša litosféra neustálou obnovou ako súčasť **horninotvorného cyklu.** Od vzniku Zeme sa vytvorilo mnoho minerálov, ktoré sa formovali do rôznych typov hornín. To znamená, že minerál a hornina nie je to isté, i keď mnoho ľudí si myslí, že medzi nimi nie je rozdiel.

A) **Minerály** – v Zemi nachádzame mnoho voľných minerálov. Minerál je prírodná anorganická kryštalická pevná látka s charakteristickým chemickým zložením. Zvyčajne ide o pevné chemické prvky, hoci ortuť (kvapalina) sa tiež považuje za minerál. Medzi minerály zaraďujeme mnohé kovové rudy, ktoré využíva človek na ďalšie spracovanie v priemysle. Patrí sem ale aj síra, zlato, striebro, meď či kremeň. Z minerálov, ktoré sa upravia napríklad výbrusom a leštením, sa stanú *drahokamy*. Medzi najznámejší patrí diamant (zložený z uhlíka), ktorý sa vyznačuje svojou extrémnou tvrdosťou a praktickým využitím. Každý atóm uhlíka v diamante je obklopený štyrmi ďalšími atómami uhlíka a je s každým z nich spojený silnými kovalentnými väzbami – najsilnejším typom chemickej väzby. Vďaka tomuto usporiadaniu je diamant jednou z najodolnejších a najuniverzálnejších látok. Okrem toho sa vyznačuje svojou chemickou odolnosťou a najvyššou tepelnou vodivosťou zo všetkých prírodných materiálov. Vďaka týmto vlastnostiam je vhodný na použitie ako rezný nástroj.

**B)** **Horniny** – ide o pevnú masu zloženú z jedného alebo viacerých minerálov. Väčšina hornín je anorganická, ale niektoré majú organický pôvod. Horniny sa identifikujú na základe minerálov, ktoré obsahujú a spôsobu ich vzniku. Rozoznávame tri hlavné typy hornín, a to **vyvreté horniny, metamorfované (premenené) horniny a sedimentárne (usadené) horniny.**

Horninotvorný cyklus možno znázorniť veľmi jednoducho prostredníctvom nasledujúcej schémy:




**Obr. 122** Horninotvorný cyklus (https://www.geeksforgeeks.org/biology/rock-cycle-diagram/; upravené autorom)

***Vyvreté horniny*** majú sopečný pôvod. Vznikajú tuhnúcou lávou alebo magmou. Keď sa magma vo vnútri Zeme pomaly ochladzuje, začne tuhnúť a vytvárať horniny z veľkých kryštálov (proces kryštalizácie). Príkladmi vyvretých hornín sú obsidián, žula, čadič a pemza.

***Metamorfované (premenené) horniny*** vznikajú, keď je hornina (vyvretá, usadená alebo premenená hornina) vystavená zvýšeným hodnotám tepla a tlaku, ktoré ju menia. Medzi príklady takýchto hornín patrí rula, bridlica, mramor, či mastenec.

***Usadené (*sedimentárne*) horniny*** vznikajú stlačením a spevňovaním kúskov hornín, minerálov alebo organickej hmoty. Niektoré z nich obsahujú fosílie. K takýmto horninám patrí napríklad bridlica, vápenec a pieskovec.

Podľa miesta pôsobenia rozdeľujeme geologické procesy, ktoré menia zemský povrch, na ***vnútorné geologické procesy*** a na ***vonkajšie geologické procesy***. Zdrojom vnútorných geologických procesov je zemské vnútro, pričom u vonkajších je to Slnko, Zem a Mesiac (dážď, vietor, mráz, organizmy). Medzi vnútorné zaraďujeme napr. sopečnú a magmatickú činnosť. Medzi vonkajšie geologické procesy zaraďujeme:

1. <u>Poveternostné podmienky:</u> rozklad hornín na menšie kúsky, čo dopomáha pri vzniku pôdy:

    - *Fyzikálne zvetrávanie* – ide o proces, kedy sa hornina láme na menšie úlomky pomocou fyzikálnych faktorov, napr. voda preniká do prasklín v horninách, kde zamrzne. Voda pri tuhnutí zväčšuje svoj objem, čo spôsobí rozklad horniny;
    - *Chemické zvetrávanie* – ide o rozpad hornín, ktorý je zapríčinený zmenami v ich chemickom zložení. Zmeny nastávajú vtedy, keď je hornina vystavená vzduchu alebo vode. Napr. dažďová voda spolu s oxidom uhličitým vytvárajú slabú kyselinu, ktorá rozpúšťa určité minerály v horninách.

2. <u>Erózia</u>: proces, ktorým sa odstraňuje a odnáša horninový materiál na povrchu Zeme:

    - *Gravitácia a voda* – gravitácia spôsobuje presun vody zo svahu. Tečúca voda eroduje povrch, po ktorom prechádza.
    - *Ľadovec* – pomaly sa pohybuje dole svahom, pričom brúsi a odstraňuje kusy hornín.
    - *Vietor* – vietor rozrušuje pôdny povrch a následne odnáša rozrušované častice, ktoré sa ukladajú na inom mieste.

**Pôda**

So zemskou kôrou sa spája aj pôda, ktorá vzniká v najvrchnejšej vrstve zemskej kôry. Ide o zmes, ktorá obsahuje minerály, organickú hmotu a živé organizmy. Existuje mnoho typov pôdy, ktoré sú rozšírené po celom svete. Podľa percentuálneho obsahu jednotlivých zrnitostných skupín sa pôdy delia na **tzv. pôdne druhy.** Pre vyjadrenie zrnitosti pôd sa u nás

najviac používa Nováková klasifikácia. Táto triedi pôdy na 7 druhov podľa obsahu hrubého ílu (frakcie pod 0,01 mm). [2]

**Tab.4** Typy pôdy podľa zrnitosti[3]

| Kategória zrnitosti | Obsah častíc < 0,01 mm | Zastúpenie v % |
|---|---|---|
| pôdy ľahké | - piesočnaté (0 - 10%)<br>- hlinitopiesočnaté (10 - 20%) | 6,4 |
| pôdy stredne ťažké | - piesočnatohlinité (20 - 30%)<br>- hlinité (30 - 45%) | 73,2 |
| pôdy ťažké | - ílovitohlinité (45 - 60%) | 17,1 |
| pôdy veľmi ťažké | - ílovité (60 - 75%)<br>- íly (> 75%) | 3,3 |

1. **Pôdy ľahké** – zaraďujeme sem piesčitú pôdu. Má takú štruktúru, ktorá sa rukami nedá vyformovať do pevnej gule. Naopak, jej typickým znakom je to, že sa drobí. Ide o typ pôdy, ktorá je ľahká, dobre prepúšťa vodu a rýchlo vysychá. Zároveň sa rýchlo zohrieva. Keďže dobre prepúšťa vodu, nedokáže ju akumulovať, rovnako ani živiny.
2. **Pôdy stredné** – tzv. hlinitá pôda. Na rozdiel od prvého typu, z tohto druhu je možné vymodelovať valec. V prípade ďalšej manipulácie s týmto valcom (napr. ohnutie) nastane jeho rozpad. Ide o ideálnu záhradnú pôdu, v ktorej nájdeme rovnaké zastúpenie piesku, spraše a ílu. Na rozdiel od prvého typu pôdy, hlinitá pôda dobre akumuluje vodu a živiny.
3. **Pôdy ťažké** – tzv. ílovitá pôda, ktorá sa dá vymiesiť do ľubovoľných tvarov alebo rôzne ohýbať. Ide o ťažký typ pôdy, ktorý má veľkú kapacitu na akumulovanie vody a živín. Na druhej strane hrozí jej trvalé zamokrenie.

Pôda je jedným z hlavných substrátov života na Zemi, slúži ako rezervoár vody a živín, ako médium na filtráciu a rozklad škodlivých odpadov a ako účastník kolobehu uhlíka a iných prvkov v globálnom ekosystéme. Vyvinula sa procesmi zvetrávania, ktoré sú poháňané biologickými, klimatickými, geologickými a topografickými vplyvmi.

Topografia a vegetácia ovplyvňujú klímu tým, že pomáhajú určiť, ako sa slnečná energia využíva na Zemi. Množstvo rastlín a typ krajinnej pokrývky (ako je pôda, piesok alebo asfalt) ovplyvňujú vyparovanie a okolitú teplotu.

**Biosféra** predstavuje súhrn živých organizmov na Zemi. Prostredníctvom fotosyntézy rastliny pomáhajú regulovať tok skleníkových plynov v atmosfére. Lesy a oceány slúžia ako záchyty uhlíka, ktoré majú ochladzujúci vplyv na klímu. Živé organizmy menia krajinu, a to ako prirodzeným rastom, tak aj vytvorenými štruktúrami, ako sú nory, či priehrady. Tieto zmenené krajiny môžu ovplyvniť poveternostné vzorce, ako je vietor, erózia a dokonca aj teplo.

[2] http://www.podnemapy.sk/portal/reg_pod_infoservis/pd/pd.aspx
[3] Zdroj tabuľky:
http://www.podnemapy.sk/portal/reg_pod_infoservis/pd/pd.aspx#:~:text=Pod%C4%BEa%20percentu%C3%A1lneho%20obsahu%20jednotliv%C3%BDch%20zrnitostn%C3%BDch%20frakci%C3%AD%20sa%20p%C3%B4dy,p%C3%B4d%20sa%20u%20n%C3%A1s%20najviac%20pou%C5%BE%C3%ADva%20Nov%C3%A1kov%C3%A1%20klasifik%C3%A1cia

**Otázky a úlohy:**

1. Vysvetlite rozdiel medzi podnebím a počasím.
2. Z akých zložiek pozostáva klimatický systém?
3. Charakterizujte skleníkov efekt.
4. Vysvetlite rozdiel medzi oblakmi, hmlou a oparom.
5. Vysvetlite termoregulačnú schopnosť oceánov.
6. Aký je rozdiel medzi minerálom a horninou?
7. Aký je rozdiel medzi ľahkou a ťažkou pôdou?

# 6 Vesmír

**Naša slnečná sústava je veľmi malou časťou jednej z miliárd galaxií vo vesmíre.**

Naše Slnko a osem planét a ďalších menších objektov obiehajúcich okolo neho tvoria slnečnú sústavu. Deň a noc a ročné obdobia sa vysvetľujú orientáciou a rotáciou Zeme, keď sa otáča okolo Slnka. Slnečná sústava je súčasťou galaxie hviezd, plynu a prachu, jednej z mnohých miliárd vo vesmíre, ktoré sú od seba veľmi vzdialené. Mnohé hviezdy majú planéty.

Pre deti vo veku 5-7 rokov sa predpokladá rozvoj tejto predstavy cez pozorovanie zdanlivého pohybu Slnka po oblohe počas dňa, ako aj Mesiaca – zmenu jeho tvaru, veľkosť a pozície na oblohe.

Veková skupina 7-11 rokov operuje už so zložitejšou predstavou o pohybe Zeme – Zem prejde okolo Slnka približne za rok. Mesiac obehne Zem približne za štyri týždne. Slnko, ktoré je stredom slnečnej sústavy, je jediným objektom v slnečnej sústave, ktorý je zdrojom viditeľného svetla. Mesiac odráža svetlo zo Slnka a pri svojom obehu okolo Zeme sú viditeľné iba tie časti, ktoré Slnko osvetľuje. Zem sa otáča okolo osi smerujúcej od severu na juh a tento pohyb vytvára dojem, že Slnko, Mesiac a hviezdy sa otáčajú okolo Zeme. Táto rotácia spôsobuje striedanie dňa a noci, pretože časti zemského povrchu sa otáčajú smerom k Slnku alebo od neho. Zem obehne okolo Slnka za rok. Zemská os je naklonená vzhľadom na rovinu svojej obežnej dráhy okolo Slnka, takže dĺžka dňa sa mení v závislosti od polohy na zemskom povrchu a ročného obdobia, čo vedie k striedaniu ročných období (Harlen, 2015).

**Vesmír**

Vesmír predstavuje veľmi rozsiahli priestor, ktorého vznik sa datuje od Veľkého tresku pred približne 13,8 miliardami rokov. Veľký tresk predstavuje energiu, ktorá tvorila všetko vo vesmíre, ktorý dnes vidíme, vtesnaná do nepredstaviteľne malého priestoru – oveľa menšieho ako zrnko piesku alebo dokonca atóm. Potom sa tento malý, ale nepredstaviteľne horúci priestor veľmi rýchlo (necelá sekunda) „nafúkol“. A so vznikom vesmíru sa spája aj **vznik času a priestoru.** Z energie Veľkého tresku sa vytvorila hmota (častice menšie ako atóm), ktoré sa v priebehu tisícich rokov ochladzovali a formovali do vesmírnych telies.

Stovky miliónov rokov pozostával vesmír z 2 prvkov – **vodíka a hélia.** S objavom hviezd začali vznikať aj nové prvky, z ich zanikajúceho jadra.

Vesmír je tvorený **hmotou** (98%, najmä vodíkom a héliom). Objavujú sa však nové dôkazy, ktoré hovoria o tom, že 95 % vesmíru je neviditeľných. V dôsledku toho fyzici pridali dve tmavé zložky, a to **tmavú energiu** (tvorí 68% vesmíru) a **tmavú hmotu** (27% vesmíru). Tmavá energia je z týchto dvoch záhadnejšia. Je to neznámy jav, ktorý rozširuje priestor všade a spôsobuje, že vesmír sa stále rýchlejšie zväčšuje. Medzitým tmavá hmota, druhá záhada, má opačný, spájajúci účinok. Astronómka Vera Rubinová našla v 70. rokoch 20. storočia presvedčivé

dôkazy o existencii tmavej hmoty. [4] Z pozorovaní špirálových galaxií vypočítala, že 90 % hmoty v galaxiách je neviditeľných a neidentifikovaných. Neskoršie štúdie zistili, že tmavá hmota je tmavá látka, ktorá tvorí kozmickú sieť v celom vesmíre. Predpokladá sa, že táto kozmická sieť pomáha formovať galaxie a bráni ich rozptyľovaniu.

V astronómii sa, vzhľadom na veľkosť vesmíru, nepoužívajú jednotky dĺžky, s ktorými sa bežne stretávame. Vedci a astronómovia pracujú s jednotkou **svetelný rok.** Na prvý pohľad sa nám môže zdať, že ide o jednotku vyjadrujúcu čas. Avšak svetelný rok hovorí o rýchlosti pohybujúceho sa svetla, ktoré za 1 sekundu obehne našu Zem až 7,5 krát. To znamená, že svetelný rok predstavuje vzdialenosť, ktorú svetlo prejde za 1 rok (približne 10 biliónov km). Táto jednotka sa používa na meranie veľkých vzdialeností *mimo* našej slnečnej sústavy – napríklad vzdialenosti medzi hviezdami alebo galaxiami.

V rámci našej slnečnej sústavy sa využíva iná jednotka, tzv. **astronomická jednotka** (AU). Astronomická jednotka zodpovedá priemernej vzdialenosti medzi Zemou a Slnkom (1 AU ≈ 149,6 milióna kilometrov; $1{,}496 \times 10^8$ km). Jej používanie sa vzťahuje na meranie vzdialeností *v rámci slnečnej sústavy*, napríklad vzdialenosť medzi planétami a Slnkom.

**Vesmírne telesá**

Väčšia časť vesmíru je tvorená prázdnym priestorom, v ktorom sa znášajú mnohé objekty, ktoré označujeme vesmírne telesá. Zaraďujeme sem **hviezdy, planéty** či **celé galaxie.** V našej slnečnej sústave nachádzame Slnko (hviezda), planéty slnečnej sústavy (Merkúr, Venuša. Zem, Mars, Jupiter, Saturn, Urán, Neptún) a ich mesiace. Okrem týchto objektov vo vesmíre nachádzame aj menšie objekty, medzi ktoré zaraďujeme asteroidy, kométy, trpasličie planéty. Telesá vo vesmíre, ktoré majú priemer nad 200 km, sa pôsobením gravitácie vyformujú do guľovitého tvaru (napr. mesiace, trpasličie planéty). Menšie objekty majú nepravidelný tvar, napr. asteroidy.

- **Asteroidy** – alebo inak planétky, ktoré predstavujú zväčša kusy skál, kamenných hrúd, ktorých veľkosť sa pohybuje od veľkosti malých kamienkov až po objekty s priemerom približne 1 000 km. Obiehajú okolo Slnka, prevažne medzi obežnými dráhami Marsu a Jupitera v takmer plochom prstenci nazývanom *pás asteroidov*. Práve kvôli ich malej veľkosti a veľkému počtu, v porovnaní s hlavnými planétami, sa asteroidy nazývajú aj planétky. Tieto dve označenia sa používajú zameniteľne, hoci termín asteroid je známejší v širšej verejnosti.
- **Kométy** – ide o ľadové telesá, ktoré sa nachádzajú na vonkajšej strane slnečnej sústavy. Obežná dráha kométy je obyčajne oválna. Keď sa priblíži k Slnku, tak vplyvom jeho tepla sa vytvorí dlhý chvost, ktorý je zložený z prachu a plynu. Nastáva sublimácia, t.j. ľad sa mení hneď na plyn.
- **Trpasličie planéty** – ide o telesá, ktorý majú guľovitý tvar (kvôli pôsobeniu gravitácie). Ich veľkosť býva menšia ako planéta Merkúr. Na rozdiel od veľkých planét nie sú tieto telesá dostatočne hmotné na to, aby gravitáciou pritiahli väčšinu menších blízkych telies – preto sa im nepodarilo narásť. Najznámejšou trpasličou planétou je Pluto, ktoré sa zaraďovalo pôvodne k planétam našej slnečnej sústavy.

[4] Pozri viac: https://www.iop.org/explore-physics/big-ideas-physics/big-bang

- **Mesiac** – prirodzený satelit, ktorý obieha okolo niektorej planéty. Nie je zdrojom svetla, svetlo len odráža. Naša planéta Zem má len jeden mesiac s názvom Mesiac (medzinárodne Luna). Väčšina planét v našej slnečnej sústave má omnoho viac mesiacov.

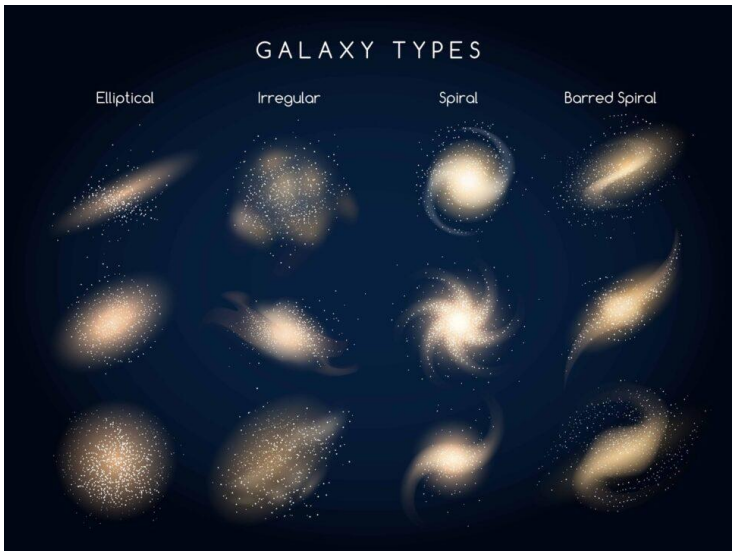
**Tab. 5** Počet mesiacov planét slnečnej sústavy

| Planéta | Počet mesiacov |
|---|---|
| Merkúr | 0 |
| Venuša | 0 |
| Zem | 1 |
| Mars | 2 |
| Jupiter | Najmenej 79 |
| Saturn | Najmenej 82 |
| Urán | Najmenej 27 |
| Neptún | Najmenej 14 |

- **Planéta** – veľký guľovitý objekt, ktorý krúži okolo hviezdy. V slnečnej sústave je 8 planét.
- **Hviezdy** – sú jasné horúce gule plynu (najmä vodíka), ktoré sú zdrojom svetla, ale aj tepla a iného žiarenia. Okrem toho uvoľňujú mnoho energie zo svojho jadra. Najznámejšou hviezdou je Slnko. Ostatné hviezdy, ktoré vidíme v noci, sú neuveriteľne ďaleko od našej Zeme, preto sa nám javia na oblohe len ako malé bodky. Najbližšia hviezda od Slnka je Proxima Centauri (vzdialená 4,2 svetleného roka).
- **Hmlovina** – ide o oblaky prachu a plynu, ktoré môžu mať rôznu veľkosť a tvar. Vyskytuje sa v medzihviezdnom priestore.

**Galaxia**

Naša slnečná sústava sa nachádza v špirálovitej galaxii s názvom **Mliečna cesta**. Galaxia je akýkoľvek systém hviezd a medzihviezdnej hmoty, ktoré tvoria vesmír. Mnohé takéto zoskupenia sú také obrovské, že obsahujú stovky miliárd hviezd. Ich veľkosť aj tvar sú rôzne. Môžu byť špirálovité, eliptické, či nepravidelné (beztvaré mračná).

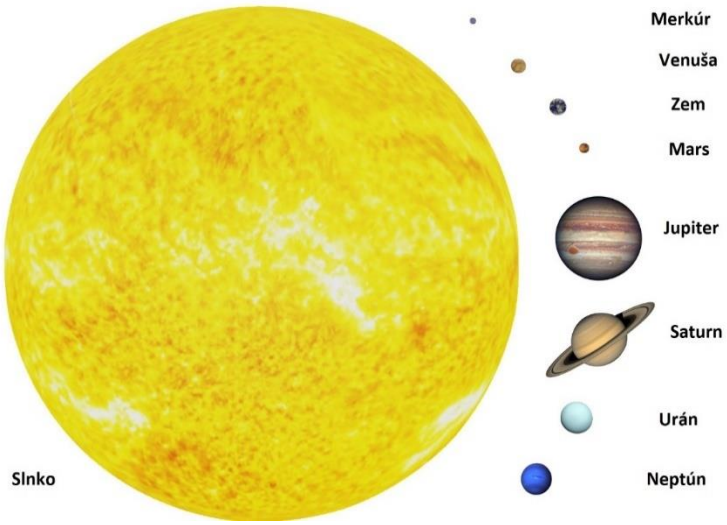



**Obr. 123** Tvary galaxií ([https://www.littlepassports.com/blog/space/facts-about-the-milky-way-and-other-galaxies/](https://www.littlepassports.com/blog/space/facts-about-the-milky-way-and-other-galaxies/))

**Slnečná sústava**

Ako sme už uviedli vyššie, slnečná sústava pozostáva zo Slnka a 8 planét, plus ďalších vesmírnych telies. Jej priemer je asi 3 bilióny kilometrov, pričom Slnko sa nachádza v jej strede. Všetky vesmírne telesá, ktoré sa v nej nachádzajú, sú „udržiavané“ gravitačnou silou Slnka na svojich obežných dráhach.

Slnko je obrovská guľa, ktorej priemer je asi 1,4 mil.km. Na porovnanie s Jupiterom, čo je najväčšia planéta v našej sústave, je priemer Slnka 10x väčší než Jupitera.




**Obr. 124** Veľkosť Slnka v porovnaní s planétami ([https://www.infoupdate.org/images-of-solar-system-planets-in-order-of-size-comparison-with/](https://www.infoupdate.org/images-of-solar-system-planets-in-order-of-size-comparison-with/))

Planéty v slnečnej sústave možno rozdeliť do 2 skupín:

1. Vnútorné planéty – sem zaraďujeme Merkúr, Venušu, Zem a Mars. Majú guľovitý tvar a sú zložené z pevných látok, ako napr. kov a horniny.
2. Vonkajšie planéty – do tejto skupiny patria ostatné planéty, a teda Jupiter, Saturn, Urán, Neptún. Ide o obrovské gule, ktoré pozostávajú z kvapalného a plynného skupenstva, bez pevného povrchu. Často môžeme v literatúre nájsť, že sa označujú aj ako plynné obry.

Slnko na všetky vesmírne telesá vplýva svojou gravitáciou. Čím je planéta od Slnka ďalej, tým dlhšie trvá jej obeh okolo neho. Vek Slnka sa odhaduje na 4,6 miliárd rokov. Vieme, že na Zemi je teplo a svetlo vďaka Slnku. A čo iné miesta vo vesmíre? Je všade zima a tma? Prezrite si nasledujúci obrázok a popremýšľajte, s ktorým výrokom/výrokmi by ste súhlasili a prečo.

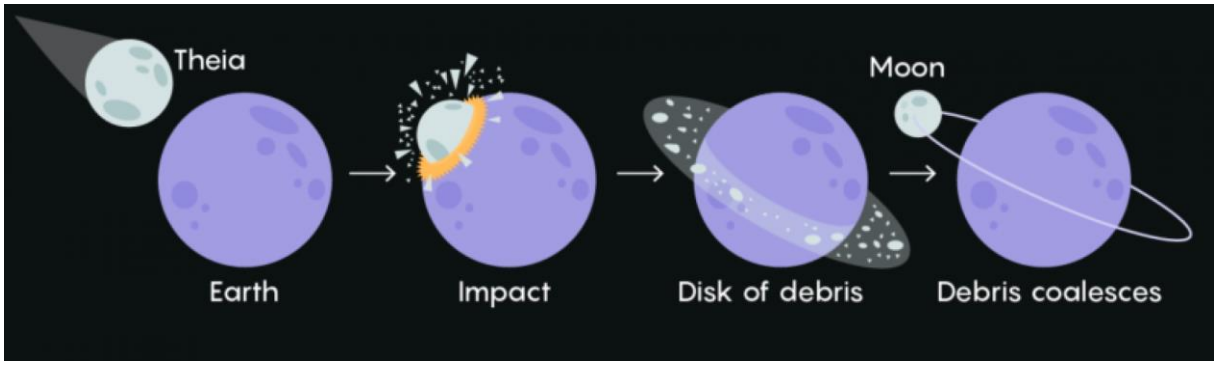
**Obr. 125** Concept cartoons© Je vždy vo vesmíre zima? (Naylor a kol., 2021).

Hlavným zdrojom energie vo vesmíre sú hviezdy. Čím bližšie ste k hviezde, tak tým je teplejšie. Kozmická loď na obežnej dráhe okolo Zeme sa na Slnku zahreje na 135°C a v tieni sa ochladí až do -150°C. Teplotu na povrchu planéty ovplyvňuje niekoľko faktorov, vrátane teploty jadra planéty, jej atmosféry (jej prítomnosť zvyšuje teplotu na povrchu planéty) a vzdialenosti od Slnka (čím bližšie k Slnku, tým vyššia je teplota) (Naylor a kol., 2021).

**Mesiac**

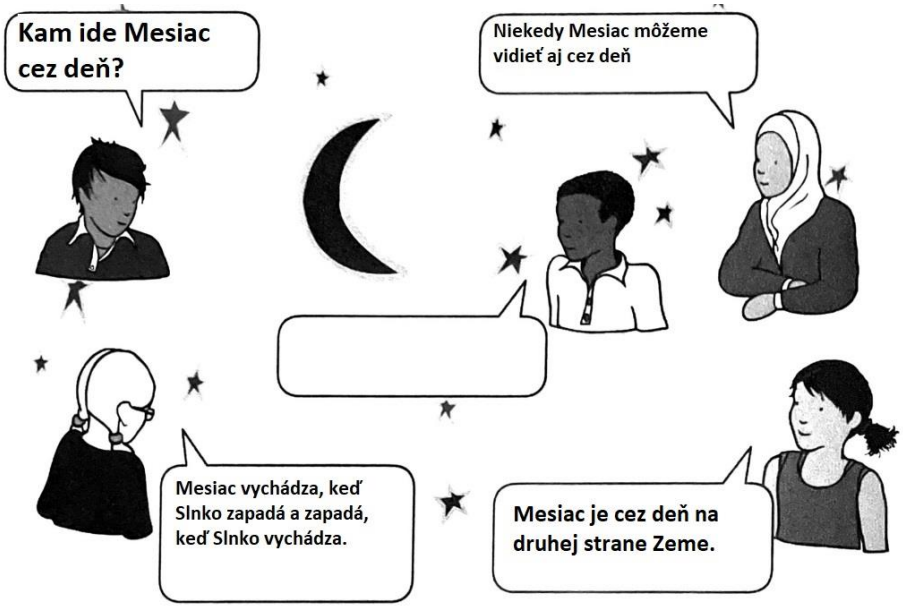
Ako sme už uviedli vyššie, Mesiac je prirodzená družica, ktorá obieha okolo Zeme a bez vlastného zdroja svetla. Existujú viaceré teórie ako vznikol Mesiac, ale najpopulárnejšia (teória obrovského nárazu) hovorí o tom, že v čase, keď sa formovala Zem zo slnečnej hmloviny, tak bola zasiahnutá telesom Theia, ktoré malo veľkosť Marsu. Táto zrážka vyvrhla oblak úlomkov, ktoré sa zhlukovali do prstenca okolo Zeme a potom sa zlúčili do prvotného Mesiaca. Táto

vyvrhnutá hmota pozostávala prevažne z materiálu plášťa zrážajúceho sa telesa Theia a počiatočnej Zeme.




**Obr. 126** Teória vzniku Mesiaca (https://interestingengineering.com/lists/formation-of-moon-5-theories)

Rovnako ako Slnko či Zem, aj Mesiac má svoju gravitačnú silu. Keďže má však menšiu hmotnosť ako Zem, tak aj gravitačná sila je menšia na Mesiaci ako na Zemi. Ako sa Mesiac pohybuje po oblohe? Čo sa s ním deje počas dňa? Prezrite si odpovede postáv na obrázku concept cartoons©, ktorý rieši, kam „ide“ Mesiac cez deň. Prikloňte sa k výroku/výrokom postáv, s ktorými súhlasíte a svoju voľbu odôvodnite.



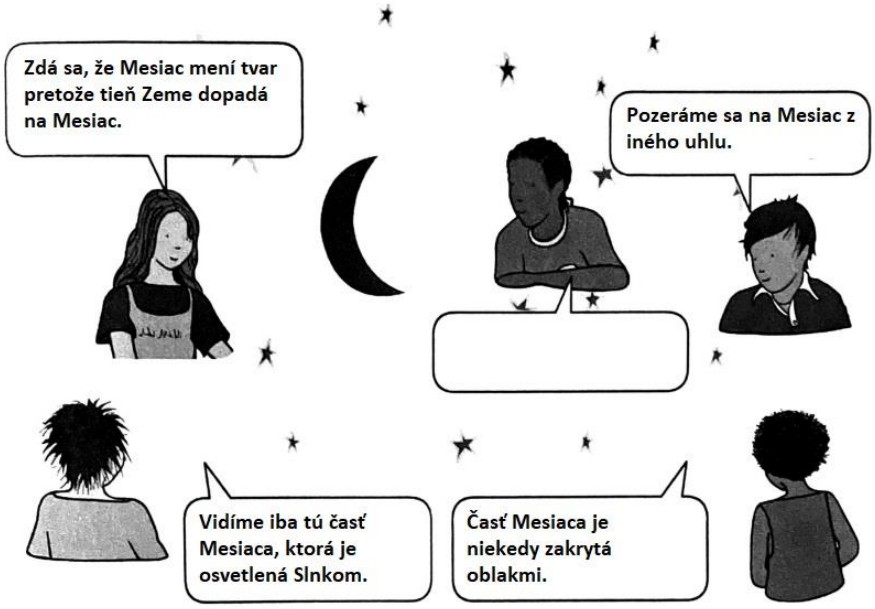

**Obr. 127** Concept cartoons© Mesiac cez deň (Naylor a Keogh, 2022)

Mesiac vychádza a zapadá, ale nedodržiava rovnaký 24-hodinový vzorec ako Slnko. Mesiac nevychádza každý deň v rovnakom čase a jeho poloha na oblohe sa denne mení. Trvá to dlhšie, ako 24 hodín, kým sa vráti do svojej pôvodnej polohy. Je to viac ako 29 dní. Niekedy Mesiac vidíme na oblohe aj počas dňa, pričom Slnko a Mesiac sú viditeľné súčasne (Naylor a Keogh, 2022). Ako a kedy Mesiac vychádza počas tohto cyklu vysvetlíme v ďalšom texte o mesačných fázach.

Mesiac sa pohybuje po obežnej dráhe okolo Zeme. Tiež sa otáča okolo svojej osi, podobne ako Zem. Zaujímavé je však to, že zo Zeme vždy vidíme len 1 stranu Mesiaca. Je to z toho dôvodu, že jeho otočenie okolo svojej osi trvá rovnako dlho ako jeho obeh okolo Zeme. Druhú, **odvrátenú stranu Mesiaca**, je možné vidieť len z fotografických záznamov, ktoré spravila kozmická loď Apollo.

**Mesačné fázy**

Svetlo zo Slnka dopadá na Zem a na Mesiac, pričom osvetľuje polovicu Zeme a odráža sa od povrchu Mesiaca, čím vytvára mesačný svit. Niekedy celá strana Mesiaca jasne žiari. Inokedy vidíme len tenký kosáčik. Niekedy sa zdá, že Mesiac zmizol. Prečítajte si výroky postáv v nasledujúcom obrázku concept cartoons©, čo sa podľa vás deje s Mesiacom, keď mení svoj tvar na oblohe. Svoju odpoveď vysvetlite.




**Obr. 128** Concept cartoons© Tvar Mesiaca (Naylor a Keogh, 2022)

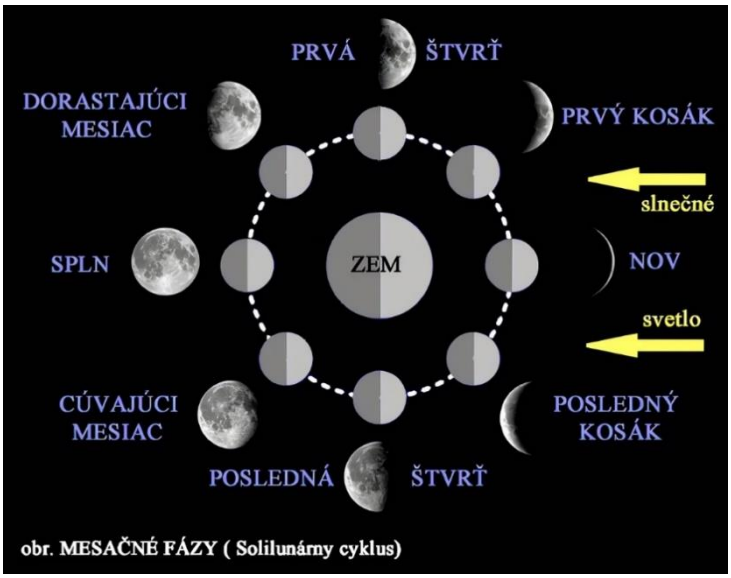
Vyššie opísané zmeny v tvare Mesiaca sa nazývajú *fázy Mesiaca*. Rovnako ako Zem, aj Mesiac má dennú a nočnú stranu, ktoré sa menia s rotáciou Mesiaca. Slnko vždy osvetľuje polovicu Mesiaca, zatiaľ čo druhá polovica zostáva tmavá, ale to, koľko z tejto osvetlenej polovice dokážeme vidieť, sa mení, keď Mesiac prechádza svojou obežnou dráhou. Vidíme vždy len časť Mesiaca, ktorá je osvetlená Slnkom. Keď Mesiac, Zem a Slnko menia svoje polohy, vždy sa pozeráme na Mesiac z iného uhla. Potom sa nám zdá, že Mesiac mení tvar. Keď Zem vrhá tieň na Mesiac, spôsobuje to zatmenie Mesiaca (Naylor a Keogh, 2022).

Cyklus Mesiaca sa opakuje približne raz za mesiac, konkrétne každého 29,5 dňa. Rozoznávame 8 základných fáz, pričom môžeme hovoriť aj o 4 základných (vyznačené tučným písmom):

1. **Nov** – ide o neviditeľnú fázu Mesiaca, pričom osvetlená strana Mesiaca je otočená k Slnku a nočná strana k Zemi. V tejto fáze sa Mesiac nachádza v rovnakej časti oblohy ako Slnko a vychádza a zapadá spolu so Slnkom. Osvetlená strana nie je len otočená od

Zeme, ale nastáva v čase, keď je na Zemi deň. V tejto fáze Mesiac zvyčajne neprechádza priamo medzi Zemou a Slnkom kvôli sklonu mesačnej obežnej dráhy. Z nášho pohľadu na Zemi prechádza iba v blízkosti Slnka.

2. dorastajúci kosák/pribúdajúci polmesiac – osvetlená je polovica Mesiaca, ktorá je prevažne odvrátená od Zeme, pričom z našej planéty je viditeľná len jeho malá časť. Denne sa zväčšuje, keďže obežná dráha Mesiaca posúva dennú stranu Mesiaca ďalej do zorného poľa. Každý deň Mesiac vychádza o niečo neskôr.
3. **prvá štvrť** – Mesiac je teraz v štvrtine svojej mesačnej cesty a my vidíme polovicu jeho osvetlenej strany. Mesiac v tejto fáze vychádza na oblohu okolo poludnia a zapadá okolo polnoci. Večer je vysoko na oblohe a je vynikajúcim miestom na pozorovanie.
4. dorastajúci Mesiac/pribúdajúci polmesiac – zo Zeme vidíme väčšiu časť dennej strany Mesiaca a Mesiac sa na oblohe javí jasnejší.
5. **Spln** – počas tejto fázy vidíme zo Zeme celú dennú stranu Mesiaca, teda tú, ktorú osvecuje Slnko. Spln vychádza v čase, keď Slnko zapadá a zapadá, keď Slnko vychádza. Ak je poloha Mesiaca v splne zarovnaná so Slnkom a Zemou, môže prejsť zemským tieňom, čo vedie k zatmeniu Mesiaca.
6. Cúvajúci/ubúdajúci polmesiac – keď sa Mesiac začína vracať k Slnku, jeho svetlo odráža jeho opačná strana. Osvetlená strana sa zdá byť zmenšená, ale obežná dráha Mesiaca ju (z nášho pohľadu) jednoducho odnáša mimo dohľadu. Mesiac vychádza každú noc vždy neskôr.
7. **posledná štvrť** – Mesiac v tejto fáze vychádza okolo polnoci a zapadá okolo poludnia.
8. Ubúdajúci kosák – Mesiac sa na svojej obežnej dráhe takmer vrátil do bodu, kde jeho denná strana smeruje priamo k Slnku a z našej perspektívy vidíme len tenkú krivku.




**Obr. 129** Mesačné fázy (http://www.fyzikaa.wbl.sk/Zatmenie.html)

**Zatmenie Mesiaca a Slnka**

Snáď každý už zažil zatmenie Slnka, resp. jeho čiastočné zatmenie. Okrem zatmenia Slnka poznáme aj zatmenie Mesiaca. Ako by ste vysvetlili zatmenie Slnka? Prečítajte si výroky postáv v obrázku concept cartoons© s názvom Zatmenie Slnka a rozhodnite, s ktorými výrokom súhlasíte a prečo. Môžete vytvoriť aj vlastný výrok, pokiaľ nesúhlasíte ani s jedným z nich.

**Obr. 130** Concept cartoons© Zatmenie Slnka (Naylor a Keogh, 2022)

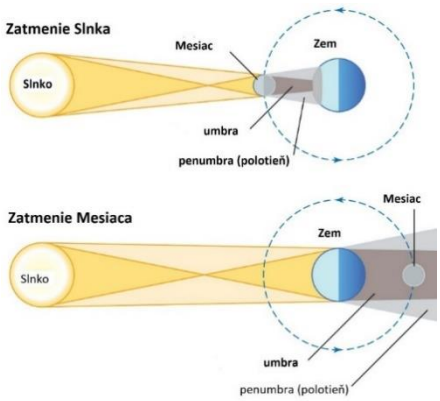
Tento úkaz nastáva vtedy, keď sa Slnko, Mesiac a Zem nachádzajú zoskupené v jednej priamke. Mesiac počas obehu okolo Zeme neprechádza presne pred Slnkom. Keď nastane situácia, že tieň Mesiaca prejde po povrchu Zeme, úplne zatmenie Slnka je viditeľné len z malej oblasti na Zemi (len niekoľko kilometrov). Tento tieň sa označuje ako *umbra*, kužeľ, do ktorého nepreniká žiadne priame slnečné svetlo. Okrem tohto tieňa na Zem dopadá aj polotieň (*penumbra*), do ktorého dopadá svetlo iba z časti Slnka. Maximálne trvanie úplného zatmenia Slnka je iba 7 a pol minúty. Čiastočné zatmenie je možné pozorovať z miest vo veľkej oblasti pokrytej polotieňom.

A kedy nastáva zatmenie Mesiaca? Popremýšľajte, ktorá postava na obrázku má, podľa vás, pravdu. Svoju odpoveď vysvetlite.

**Obr. 131** Concep cartoons© Čo je zatmenie Mesiaca? (Naylor a kol., 2021)

Zem sa pohybuje okolo Slnka po eliptickej dráhe. Popritom Mesiac obieha okolo Zeme. Mesiac vidíme preto, lebo odráža svetlo zo Slnka. V rôznych časoch vidíme rôzne množstvo osvetlenej časti Mesiaca, takže sa zdá, že tvar Mesiaca sa mení (viď. Fázy Mesiaca). Zatmenie Mesiaca sa však od tohto líši. Zem vrhá tieň na povrch Mesiaca. Kvôli rýchlosti, ktorou sa Zem a Mesiac pohybujú, tieň prechádza cez Mesiac pomerne rýchlo. Ak sú Zem, Slnko a Mesiac v jednej línii, dôjde k úplnému zatmeniu Mesiaca, kedy je Mesiac na krátky čas v tieni Zeme. Táto situácia je však veľmi zriedkavá (Naylor a kol., 2021).

**Zatmenie Mesiaca** nastáva, keď Mesiac vstupuje do tieňa Zeme, tzn., že Slnko, Zem a Mesiac ležia na jednej priamke. Tieň Zeme tak dopadá na Mesiac. Zatmenie Mesiaca možno pozorovať za podobných podmienok na všetkých miestach na Zemi, kde je Mesiac nad obzorom. Zatmenie Mesiaca sa vyskytuje iba počas splnu, nie však každý mesiac, pretože rovina obežnej dráhy Mesiaca je naklonená k rovine obežnej dráhy Zeme okolo Slnka (ekliptika) približne o 5°. Preto sa Zem, Slnko a Mesiac často pri nove a splne nenachádzajú v priamke.

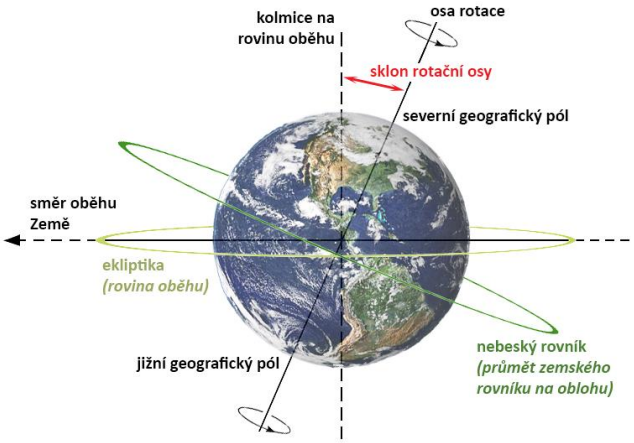



**Obr.132** Zatmenie Slnka a Mesiaca (https://ar.inspiredpencil.com/pictures-2023/solar-eclipse-diagram-labeled)

Občas na oblohe môžeme vidieť Mesiac, ktorý má **červený odtieň farby**. Označuje sa aj ako krvavý Mesiac, ktorý sa vyskytuje počas úplného zatmenia Mesiaca. Napriek tomu, že Zem vrhá tieň na Mesiac počas úplného zatmenia Mesiaca, ku ktorému dochádza počas krvavého Mesiaca, stále môžeme Mesiac vidieť. Mesiac vidíme, pretože slnečné svetlo sa láme a rozptyľuje v atmosfére Zeme, hlavne červené a oranžové svetlo, ktoré prechádza atmosférou a osvetľuje Mesiac. Modré a zelené svetlo sa rozptýli, preto Mesiac vyzerá červený. Celkovo sa úplné zatmenia Mesiaca opakujú približne každých 6 mesiacov, ale nemusí byť vždy viditeľné z konkrétnej lokality. To, či ho uvidíme, však závisí od uhla našej polohy vzhľadom na Mesiac. Kým na jednom mieste na Zemi sa môže javiť ako krvavý, na inom mieste to tak nemusí byť.

**Striedanie ročných období**

Každý objekt, ktorý rotuje, má aj svoju os otáčania. Každá planéta v slnečnej sústave má os otáčania inú. Sklon rotačnej osy Zeme od kolmice na ekliptiku je asi 23,5°.



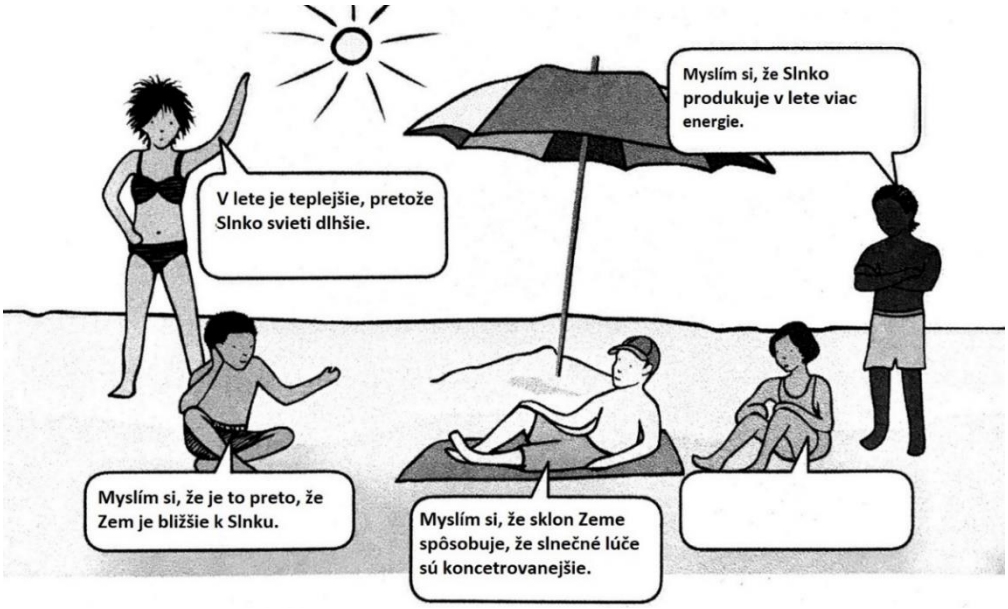

**Obr. 133** Os otáčania Zeme (https://www.prirodovedci.cz/zeptejte-se-prirodovedcu/1821)

Predtým, ako sa budeme venovať príčine striedania ročných období, skúste popremýšľať, ako by podľa vás vyzeral život na Zemi, keby naša planéta nebola naklonená alebo ak by bola naklonená až o 90°. Prezrite si výroky postáv a rozhodnite, s ktorým výrokom/výrokmi súhlasíte a prečo.

**Obr. 134** Concept cartoons© Prečo je Zem naklonená? (Naylor a kol., 2021)

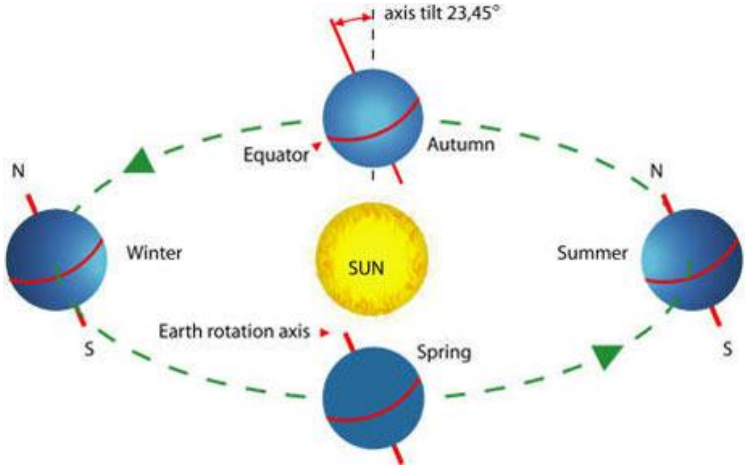
Naklonená zemská os spôsobuje striedanie ročných období. Keď sa severný pól nakloní k Slnku, na severnej pologuli je leto. A keď sa južný pól nakloní k Slnku, na severnej pologuli je zima. Keby Zem nebola naklonená, neexistovali by ročné obdobia. Zmeny v prírode, ktoré sa viažu ku konkrétnym ročným obdobiam by sa nediali. Prežitie by však nebolo ťažšie. Ak by bola Zem naklonená o 90°, tak svet by vyzeral už inak. Niektoré časti na Zemi by boli neustále natočené k Slnku a teplota by tam bola vysoká. Iné časti Zeme by boli, naopak, stále studené. Fauna a flóra by sa v týchto oblastiach vyvíjali odlišne, keďže pôvodne chladné oblasti by boli teplé a naopak (Naylor a kol., 2021).

Už sme zistili, čo spôsobuje striedanie ročných období. Prečo je však cez leto horúcejšie ako v zime? Prezrite si odpovede postáv na nasledujúcom obrázku a popremýšľajte, s kým by ste súhlasili a prečo. Ak nesúhlasíte so žiadnou odpoveďou, navrhnite vlastnú.




**Obr. 135** Concept cartoons© Prečo je teplejšie cez leto? (Naylor a kol., 2021)

Mnoho ľudí verí, že Zem je v lete bližšie k Slnku, a preto je teplejšie. V tomto prípade by bolo leto na severnej aj južnej pologuli. Tiež si mnoho ľudí myslí, že Zem je v zime od Slnka najďalej. V skutočnosti to je naopak. Zem obieha okolo Slnka v mierne sploštenom kruhu, ktorý sa nazýva elipsa. Keď je Zem najbližšie k Slnku, tak na severnej pologuli je zima a keď je najďalej, tak je na severnej pologuli leto. V porovnaní s tým, ako ďaleko je Slnko, táto zmena vzdialenosti Zeme počas roka nemá veľký vplyv na naše počasie. Existuje iný dôvod pre zmenu ročných období na Zemi. Zemská os je pomyselný pól, ktorý prechádza priamo stredom Zeme. Zem sa otáča okolo tohto pólu a každý deň urobí jednu celú otáčku. Z toho dôvodu sa strieda deň a noc. Táto „vykrivená" os spôsobuje aj striedanie ročných období (Zem je vyklonená o 23°). Predpokladá sa, že Zem mala na svojom počiatku os rovno, avšak po náraze Theia (ktorý stojí za vznikom Mesiaca), sa Zem vychýlila. Keď Zem obieha okolo Slnka, jej naklonená os vždy ukazuje rovnakým smerom. Takže počas celého roka sú rôzne časti Zeme vystavené priamym slnečným lúčom. Napríklad, keď je severná pologuľa priklonená k Slnku, tak slnečné svetlo dopadá na Zem pod kolmejším uhlom a slnečné žiarenie je koncentrovanejšie. Okrem toho to ovplyvňuje dĺžku dňa a noci. Počas leta je deň dlhší a tým pádom sa zemský povrch viac zahrieva (má viac času na absorbovania energie zo Slnka).




**Obr.136** Striedanie ročných období
(https://sangregorio5aguilardecampoo.blogspot.com/2013/01/the-earth-unit-7-science-y6.html)

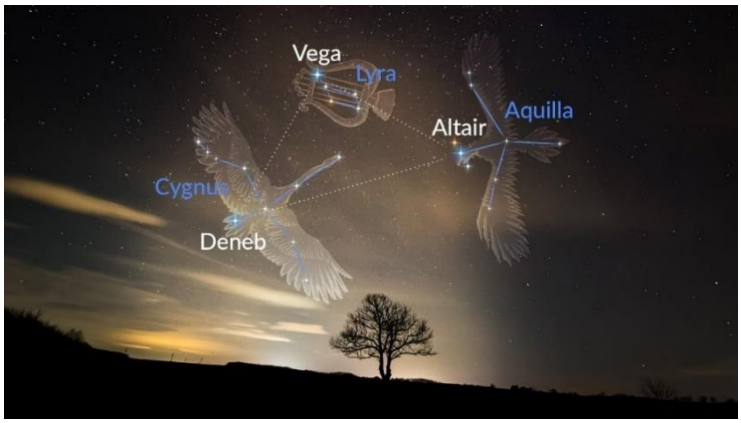
**Nočná obloha**

Hviezdy fascinovali ľudí od nepamäti. Podľa hviezdnej oblohy, súhvezdí sa orientovali moreplavci, alebo aj obyčajní ľudia, ak chceli napr. siať na jar osivo.

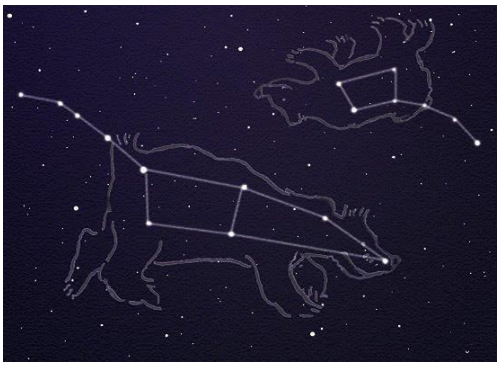
Čo sú však súhvezdia? Existuje niekoľko rôznych definícií, ale veľa ľudí si ich predstavuje ako skupinu hviezd. **Súhvezdia**, ktoré môžete vidieť v noci, závisia od našej polohy na Zemi a od ročného obdobia. Ich pomenovanie vzniklo už v dávnych dobách, napr. podľa predmetov (napr. súhvezdie Lýra, Severná koruna, Pohár, a pod.), zvierat (Baran, Ryby, Veľká medvedica, Labuť, Orol, a pod.), či ľudí (napr. Herkules, Orión, Cefeus a pod.). Súhvezdia často vyzerajú ako nejaký obrazec, ktorý vytvárajú hviezdy vedľa seba. V skutočnosti tieto hviezdy nie sú vôbec vedľa seba, a dokonca ani blízko seba. Častokrát sú od seba veľmi vzdialené a nie sú nijak a ničím prepojené. Ak by sme však na oblohe nakreslili čiary medzi hviezdami, tak by nám vznikol nejaký obraz. V súčasnosti existuje 88 oficiálne uznaných súhvezdí, ktoré sú

ustanovené Medzinárodnou astronomickou úniou (IAU) od roku 1930. To, aké súhvezdie môžeme vidieť závisí od ročného obdobia a od našej polohy (severná/južná pologuľa). Lepšie sa pozorujú počas zimy, pretože noci sú dlhšie.

V súvislosti so zoskupením hviezd poznáme pojem aj **asterizmy**. Ide o menšie skupiny zoskupených hviezd, ktoré sú súčasťou súhvezdí. Medzi najznámejšie patrí napríklad Veľký voz, ktorý je súčasťou súhvezdia Veľkej medvedice, Malý voz (súčasťou súhvezdia Malý medveď) alebo ide o pomyselné zoskupenie najjasnejších hviezd niekoľkých súhvezdí, napríklad asterizmus Letný trojuholník tvorí Vega (najjasnejšia hviezda súhvezdia Lýra), Deneb (zo súhvezdia Labuď) a Altair (zo súhvezdia Orol).

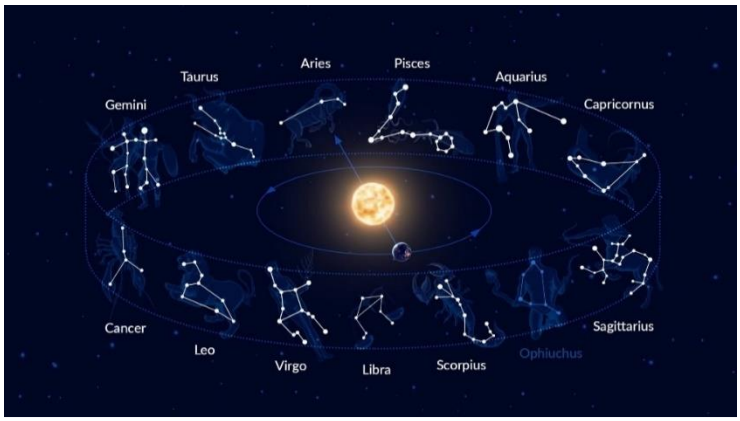



**Obr. 137** Letný trojuholník (https://starwalk.space/it/news/summer-triangle-asterism?original=1



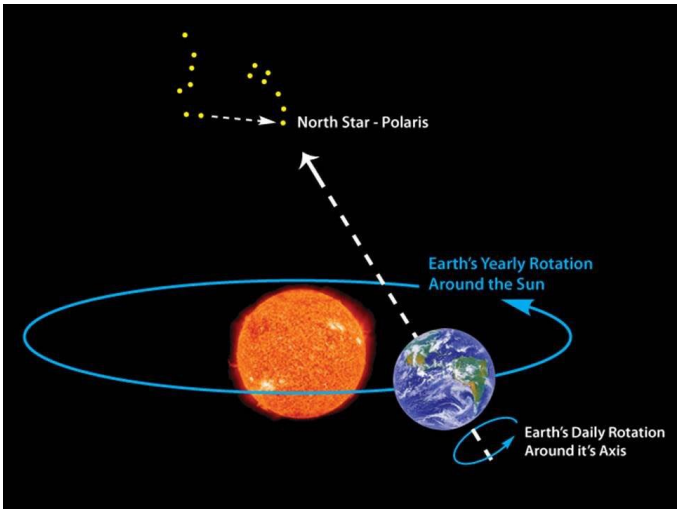
**Obr. 138** Veľká medvedica a Malý medveď https://nineplanets.org/ursa-minor-constellation/

Veľmi známe sú **súhvezdia zvieratníka**. Slnko sa zdanlivo pohybuje počas roka medzi hviezdami po oblohe od západu na východ. Vykreslí takto na oblohe ekliptiku (rovinu dráhy našej Zeme premietnutú na oblohu). Dráha Slnka po ekliptike prechádza cez 13 súhvezdí, ktoré poznáme z astrológie (nejde o vedu) ako slnečné znamenia (Baran, Býk, Blíženci, Rak,... a pod.). Avšak znamení zverokruhu, ktoré poznáme z horoskopov, je 12. V skutočnosti je ich však 13. Posledný je Hadonos, ktorý sa však často prehliada.



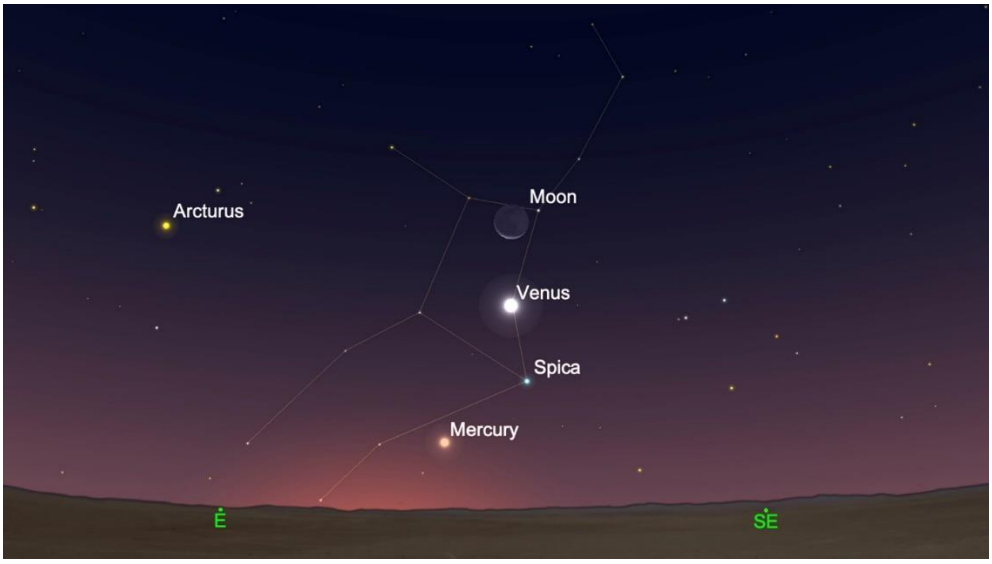

**Obr. 139** Zvieratník (https://starwalk.space/en/news/zodiac-constellations)

Súčasťou súhvezdia Malý medveď je **Polárka** (staršie označenie Severka), ktorá sa nachádza na konci oja takzvaného Malého voza. Polárka bude najbližšie k severnému nebeskému pólu okolo roku 2100 a kvôli precesii zemskej osi (zemská os pri pohybe opisuje kužeľovitý pohyb) bude o niekoľko storočí vzdialená o niekoľko stupňov. Ďalšia zaujímavosť spojená s Polárkou je tá, že ide v skutočnosti o trojhviezdu. Okrem toho je Polárka výnimočná ešte pre jednu vec. Ľudia ju často označujú za najjasnejšiu, či najväčšiu hviezdu na oblohe, čo však pravda nie je. Ak by sme pozorovali nočnú oblohu počas niekoľkých hodín, mohli by sme si všimnúť, že hviezdy menia svoje miesto. Toto platí pre všetky hviezdy, okrem Polárky. Je to z toho dôvodu, že leží v blízkosti severného svetového pólu. Všetky ostatné hviezdy akoby obiehali okolo nej. Zem sa otáča okolo svojej osi od západu na východ (proti smeru hodinových ručičiek). Zdanlivá os otáčania prechádza Zemou v miestach, ktoré nazývame póly. Obloha znova nadobúda rovnaký vzhľad nie presne za 24 hodín, ale za 23 hodín 56 minút. Teda ak pozorujeme oblohu v jeden večer o 22-hej hodine, musíme na druhý deň pozorovať o 4 minúty skôr, aby sme našli hviezdy na tom istom mieste. Za 15 dní je rozdiel 1 hodina, 3 mesiace viac než 6 hodín a za pol roka až pol dňa.



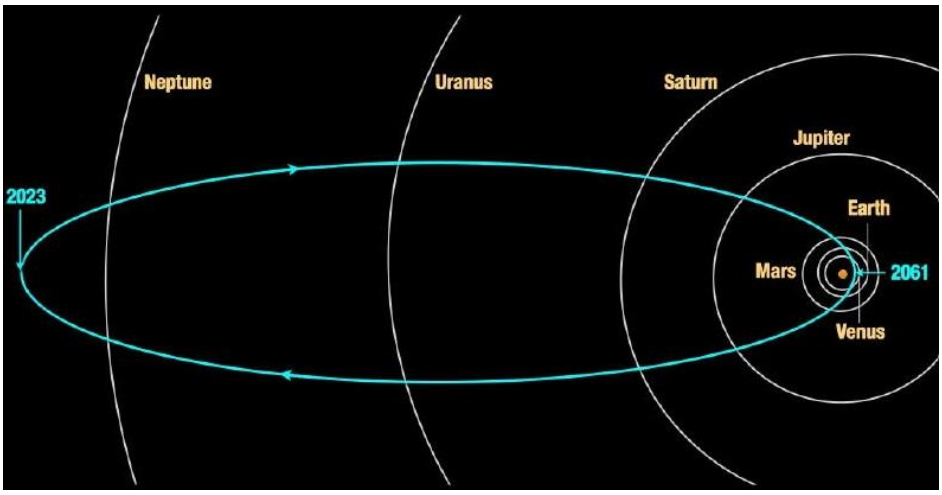

**Obr. 140** Polárka a jej umiestnenie vzhľadom na os otáčania Zeme
(https://ar.inspiredpencil.com/pictures-2023/polaris-star-and-earth)

Medzi hviezdami sa v blízkosti ekliptiky pohybujú aj planéty. Voľným okom či s pomocou ďalekohľadu môžeme vidieť Merkúr, Venušu, Mars, Jupiter a Saturn – týchto päť planét poznali už staroveké národy. Planéty vyzerajú na oblohe ako jasné hviezdy, ich svetlo je na rozdiel od hviezd pokojnejšie (hovoríme, že planéty na rozdiel od hviezd „nežmurkajú“). Slovo planéta znamená blúdiaca hviezda. Názov vystihuje, že okrem denného pohybu spolu s hviezdami vykonávajú planéty aj zložitý vlastný pohyb. Väčšinou sa pritom pomaly presúvajú k východu (priamo), ale občas sa zastavia a pohybujú sa k západu (spätne). Vykresľujú tak na oblohe typické slučky viditeľné počas niekoľkých týždňov až mesiacov. Tie vznikajú tak, že z pohybujúcej sa Zeme pozorujeme planétu, ktorá sa tiež otáča okolo Slnka, ale inou rýchlosťou ako Zem.




**Obr.141** Merkúr a Venuša na nočnej oblohe (https://www.space.com/moon-mercury-venus-

V noci môžeme na oblohe vidieť aj **umelé družice,** ktoré si ľudia často mýlia s lietadlami. Zaujímavý úkaz, ktorý môžeme vidieť na nočnej oblohe sú kométy (ich stavbu sme ozrejmili v texte vyššie). Najznámejšou kométou je Halleyho kométa, ktorá sa približuje k Zemi každých 75 rokov. Naposledy bola pri Zemi v roku 1986 a predpokladá sa, že sa vráti v roku 2061.



**Obr. 142** Dráha Halleyho planéty (https://dyannestefanie.pages.dev/eotiryu-halleys-comet-2024-lok-photos-pcxnxbx/)

Kométa, oficiálne nazývaná 1P/Halley, je pomenovaná po anglickom astronómovi Edmondovi Halleym, ktorý skúmal správy o kométe približujúcej sa k Zemi v rokoch 1531, 1607 a 1682. Dospel k záveru, že tieto tri kométy sú v skutočnosti tá istá kométa, ktorá sa vracia znova a znova, a predpovedal, že sa vráti v roku 1758. Halleyho výpočty ukázali, že aspoň niektoré kométy obiehajú okolo Slnka.

**Otázky a úlohy:**

1. Charakterizujte vesmírne telesá mesiac, hviezda, planéta.
2. Vysvetlite mesačné fázy.
3. Kedy nastáva zatmenie Mesiaca a kedy zatmenie Slnka?
4. Objasnite príčinu striedania ročných období a striedania dňa a noci.
5. Čím je zaujímavá hviezda Polárka?
6. Vysvetlite, čo sú súhvezdia a uveďte aspoň 3 príklady súhvezdí.

# 7 Bunka

**Organizmy sú organizované na bunkovej báze a majú obmedzenú dĺžku života.**

Všetky organizmy sa skladajú z jednej alebo viacerých buniek. Mnohobunkové organizmy majú bunky, ktoré sú diferencované podľa svojej funkcie. Všetky základné funkcie života sú výsledkom toho, čo sa deje vo vnútri buniek, ktoré tvoria organizmus. Rast je výsledkom viacnásobného bunkového delenia.

Pre vekovú skupinu detí od 5-7 rokov sa predpokladá rozvoj tejto predstavy do takej miery, že deti vedia, že existuje široká škála živých organizmov, vrátane rastlín a živočíchov. Od neživých sa líšia svojou schopnosťou pohybovať sa, rozmnožovať sa a reagovať na určité podnety.

Vo veku 7-11 rokov žiaci rozumejú tomu, že živé organizmy potrebujú na prežitie vodu, vzduch, potravu, spôsob, ako sa môžu zbavovať odpadu a prostredie, ktoré sa udržiava v určitom teplotnom rozmedzí. Hoci sa niektoré nezdajú byť aktívne, všetky v určitom štádiu vykonávajú životné procesy dýchania, rozmnožovania, kŕmenia, vylučovania, rastu a vývoja a všetky nakoniec zomrú (Harlen, 2015).

**Systém živých organizmov**

Život na Zemi sa rozdeľuje do 6-tich ríš. Každá ríša sa na základe príbuznosti organizmov delí do ďalších skupín, ako sú kmene, triedy, rady a čeľade, a tým sa vytvára **systematika živých organizmov**. Dnes sa používa zaradenie organizmov do systému na základe ich fylogenetickej príbuznosti, čo však vždy nemusí viesť k jednoznačným záverom.

Každý druh súčasných živých organizmov je príbuzný s inými, ktoré majú spoločných predkov. Ako sme uviedli vyššie, existuje 6 ríš:

1. Huby
2. Rastliny
3. Živočíchy
4. Baktérie
5. Archeóny
6. Protista

,

**Obr. 143** Ríše živých organizmov (https://www.freepik.com/premium-vector/diagram-showing-six-kingdoms-life_214449766.htm)

1. **Huby** – mnoho ľudí zaraďuje huby do ríše rastlín, už len z toho dôvodu, že rastú podobne. Spočiatku boli aj zaraďované do rastlinnej ríše, ale ich spôsob života je iný. Živia sa odumretými, alebo aj živými organizmami, to znamená, že si neprodukujú

vlastnú potravu ako rastliny. Rozdeľujú sa na nižšie (chytrídiomycéty, oomycéty a niektoré plesne) a vyššie huby (vreckaté a bazídiové huby). Huby zostávajú v porovnaní s rastlinami značne nedostatočne preskúmané. Lišajníky sú symbiotické organizmy huby s rastlinou (riasou) a do systému sa začleňujú tam, kam patrí ich hubová zložka.

2. **Rastliny** – ide o autotrofné organizmy, ktoré si vyrábajú potravu (sacharidy) zo slnečného žiarenia v procese zvanom fotosyntéza. Produktom fotosyntézy je kyslík. Väčšina z nich sa vyskytuje na súši, ale nájdeme ich aj vo vode. Zaraďujeme sem všetky kvitnúce rastliny, machy a paprade. Rastliny sú mnohobunkové a zložité organizmy. Zaraďujeme sem druhy od malého machu až po obrovské stromy. Predpokladá sa, že rastlinná ríša je druhá najväčšia s viac ako 250 000 známymi druhmi.
3. **Živočíchy** – všetky organizmy v ríši živočíchov sú heterotrofné, čo znamená, že na rozdiel od rastlín si nedokážu produkovať vlastnú potravu, ale sú závislé na získavaní potravy zo svojho okolia – sú priamo alebo nepriamo závislé od rastlín. Potravu prijímajú a trávia zväčša vo vnútornej dutine. Veľkosť živočíchov sa pohybuje od niekoľkých buniek až po organizmy vážiace mnoho ton (veľryby, slony, a pod.). Pokladá sa za najväčšiu ríšu organizmov, pričom najväčšie zastúpenie má hmyz. Odhaduje, že sa vyskytuje ešte približne 9 miliónov neobjavených druhov živočíchov.
4. **Baktérie** – sú jednobunkové organizmy. Zaraďujeme sem mnoho bežných a známych pôvodcov ochorení, ako napr. streptokoky, ktoré spôsobujú angínu. Baktérie však tiež pomáhajú produkovať mnoho antibiotík, vitamínov a jogurtov a tvoria životne dôležité súčasti všetkých ekosystémov Zeme. Vieme, že baktérie sa nachádzajú aj v tele človeka. Sú pôvodcami chorôb, alebo ich možno považovať aj za užitočné? A kde sa v tele nachádzajú? Prezrite si obrázok concept cartoons© Baktérie v našom tele a rozhodnite sa, s ktorým výrokom/výrokmi súhlasíte a prečo. Ak nesúhlasíte ani s jedným výrokom, vytvorte vlastný:

**Obr. 144** Concept cartoons© Baktérie v našom tele (Naylor a kol., 2021)

Ako sme uviedli vyššie, baktérie sa nachádzajú v každom ekosystéme. Nemôžeme ich však rozdeliť na „dobré a zlé“. Ide o živé organizmy, ktoré chcú len prežiť. Niektoré

baktérie sú pre nás škodlivé, ale mnohé sú pre nás neškodné, či dokonca užitočné. Naša pokožka slúži ako bariéra pre vstup baktérií z okolia do nášho tela. V prípade, keď sa porežeme, táto bariéra sa poruší a baktérie môžu vstúpiť do nášho tela, kde sa začnú množiť. Môžu produkovať rôzne chemické látky (toxíny), ktoré spôsobujú choroby. Ak sa dostanú baktérie do krvi, zasiahnu biele krvinky – tie nás chránia tým, že baktérie pohltia, alebo vytvoria látky, ktoré ich zničia. Biele krvinky však nie sú baktérie (Naylor a kol., 2021).

5. **Archeóny** – sú jednobunkové prokaryotické organizmy, ktoré patria do samostatnej vývojovej línie (do začiatku 80.rokov 20. storočia boli zaraďované medzi baktérie). Už ich názov naznačuje, že majú staroveký pôvod, rovnako ako baktérie, ale v určitých vlastnostiach sú o niečo pokročilejšie. Ide o najstaršie známe živé organizmy. Dokážu prežiť aj v extrémne horúcej vode, ktorá sa nachádza v prostrediach, ako sú sopečné termálne prieduchy v oceáne. Niektoré druhy žijú aj vo veľmi slanom prostredí, ako je Mŕtve more a Veľké soľné jazero.
6. **Protista** – sú zvyčajne jednobunkové organizmy, ale sú zložitejšie ako jednobunkové baktérie. Ríša protistov zahŕňa riasy a slizovky. Akýkoľvek mikroskopický organizmus, ktorý nepatrí do bakteriálnej, hubovej, rastlinnej alebo živočíšnej ríše, sa považuje za súčasť ríše protistov. Jednoduchá bunková organizácia odlišuje protisty od ostatných eukaryotov. Žijú v akomkoľvek prostredí, ktoré obsahuje vodu.

Všetky živé organizmy majú však niečo spoločné. Každá z vyššie uvedených ríš má svoje **základné potreby nevyhnutné pre život.** Niektoré z nich sú totožné pre všetky, niektoré z nich majú špecifickejšie nároky na život, niektoré sú zastúpené pre každý druh v inom pomere. Napríklad množstvo vody, ktoré žaba potrebuje na prežitie, nie je rovnaké ako množstvo vody, ktoré potrebuje na prežitie púštny kaktus. Zvyčajne sa však uvádzajú nasledovné nároky potrebné pre zachovanie života:

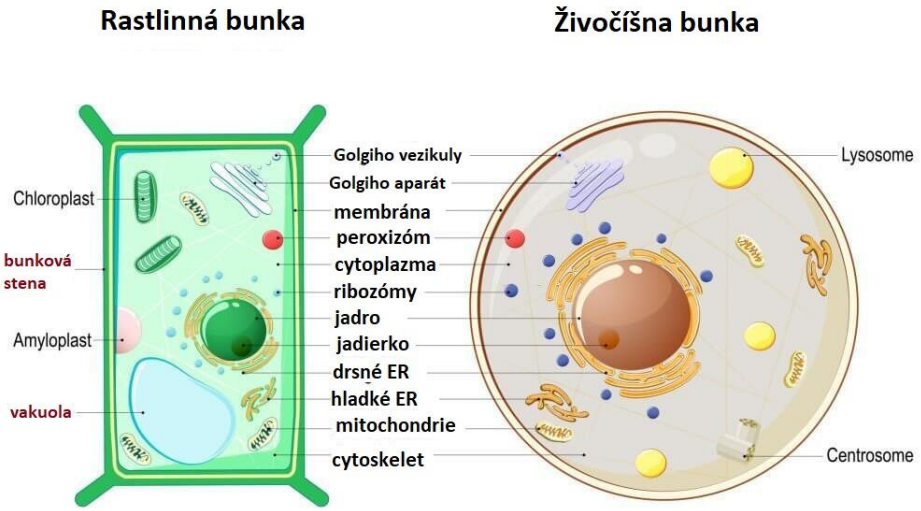
- **Voda** – všetky organizmy sú zložené z buniek. Približne 90% bunky predstavuje voda. Ide o médium, v ktorom fungujú živé bunky a tkanivá. Voda je tiež životným prostredím pre mnohé rastliny a živočíchy.
- **Teplo** – každý živý organizmus potrebuje ideálnu teplotu na prežitie, či už na súši alebo vo vode. Len málo živých organizmov sa vyskytuje v oblastiach, kde je teplota veľmi nízka alebo naopak, veľmi vysoká.
- **Úkryt** – väčšina organizmov potrebuje pre svoje prežitie úkryt, kde sa môžu skryť pred nepriateľom, alebo pred nehostinnými podmienkami svojho okolia (nízka/vysoká teplota, silný vietor a pod.).
- **Živiny** – živé organizmy potrebujú energiu na fungovanie. Energia je potrebná na rast, rozmnožovanie, pohyb a prácu. Rastliny získavajú energiu zo Slnka a minerálne látky z vody a živočíchy z potravy (priamo alebo nepriamo z rastlín).
- **Životný priestor** – ide o priestor, v ktorom sú organizmy schopné získať si potravu, rásť, rozmnožovať sa a pod. Každý organizmus má iné nároky na svoj životný priestor, od rôznych druhov rastlín, živočíchov až po baktérie.
- **Kyslík –** väčšina živých organizmov potrebuje kyslík, vďaka ktorému dochádza k premene prijatej potravy na energiu potrebnú pre život.

## BUNKA

Bunky sú základnými jednotkami života. Ide o najmenší živý organizmus a základnú jednotku života na Zemi. Bunku prvýkrát spozoroval Robert Hooke ( v 17. storočí) a označil ich latinským výrazom *cella*, čo v preklade znamená malá miestnosť (cela), v ktorej žili mnísi v kláštoroch.

Bunky fungujú si vytvárajú vlastnú energiu a samé sa aj replikujú. Dokážu samé prijímať potravu, kyslík, a iné chemické látky zo svojho prostredia. Ľudské telo tvoria bilióny buniek. Možno si ich predstaviť ako malé priemyselné podniky, pričom každý sa na niečo špecializuje – sklad, energia, výroba, preprava a pod. Okrem toho je pre ne typická vzájomná komunikácia. V ľudskom tele existuje približne 200 typov buniek, pričom sa líšia vo výzore a vo funkcii, ktorú vykonávajú. Napríklad mužská spermia je pohyblivá bunka s bičíkom a ženské vajíčko je (v porovnaní so spermiou) omnoho väčšia bunka, ktorá má tvar gule. Nervové bunky majú tvar ružíc s korienkami a patria medzi najdlhšie bunky v tele.

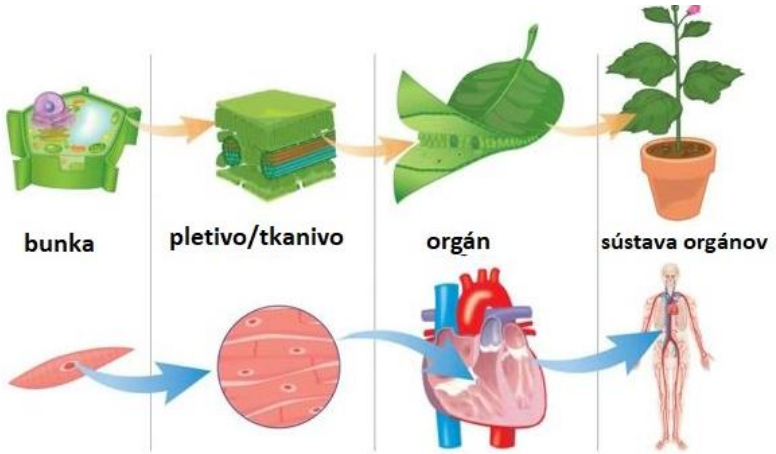
Všetky živé organizmy možno rozdeliť do dvoch typov na základe ich základnej bunkovej štruktúry. Sú to **prokaryoty a eukaryoty**. **Prokaryoty** sú jednoduché organizmy, ktorým chýba jadro a membránovo viazané organely (útvary, ktoré vo vnútri bunky zabezpečujú rôzne funkcie). **Eukaryoty** sú pokročilé organizmy s definovaným jadrom a membránovo viazanými organelami. Nachádzajú sa v širokej škále organizmov vrátane rastlín, húb, prvokov a živočíchov. Oba typy buniek sa líšia v rôznych smeroch, ako je napr. veľkosť bunky, tvar, organizácia a životný cyklus (vrátane rozmnožovania). Medzi rastlinnými a živočíšnymi eukaryotickými bunkami existujú výrazné rozdiely. Napríklad **rastlinné bunky** obsahujú ***chloroplasty***, ktoré sú nevyhnutné pre fotosyntézu a veľké centrálne ***vakuoly*** na ukladanie rôznych látok (minerály, voda, živiny, ióny, a pod.). Naproti tomu **živočíšne bunky** tieto štruktúry nemajú, ale majú iné organely, ako sú ***lyzozómy*** na trávenie bunkového odpadu.




**Obr. 145** Rastlinná a živočíšna bunka (https://classnotes.ng/lesson/differences-between-plant-and-animal-cells/)

Bunky či už rastlinné, alebo živočíšne, sa organizujú do zložitejších štruktúr. Vo väčších organizmoch sa bunky spájajú a vytvárajú **tkanivá** (u rastlín **pletivá**), čo sú skupiny podobných

buniek vykonávajúcich podobné alebo príbuzné funkcie. **Orgány** sú súbory tkanív zoskupených dohromady, ktoré vykonávajú spoločnú funkciu. Orgány sa vyskytujú nielen u živočíchov, ale aj u rastlín. **Orgánová sústava** je vyššia úroveň organizácie, ktorá pozostáva z funkčne príbuzných orgánov. Orgánové sústavy vytvárajú **organizmus** ako celok.




**Obr. 146** Organizácia živých organizmov
(https://ceipmariobenedettiquinto.blogspot.com/2017/10/levels-of-organization.html)

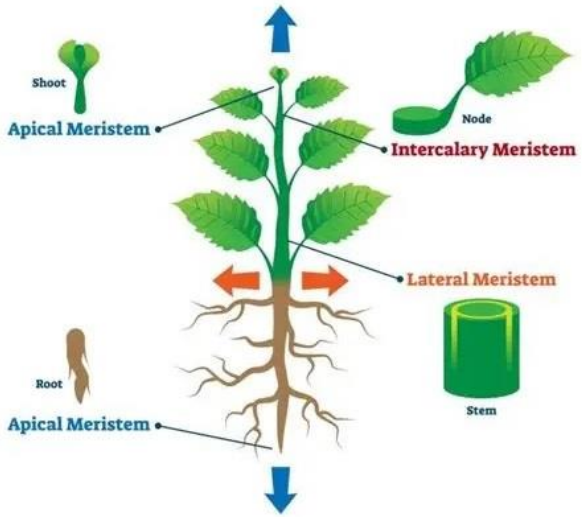
**Rastlinné pletivá**

Rastlinné pletivá sa delia na 2 základné typy:

1. **Meristematické pletivo (delivé)** – jeho bunky majú schopnosť sa deliť a tak prispievajú k rastu rastlín. Ako ale rastie rastlina? Alebo skôr, kde sa „predlžuje a zväčšuje“, keď rastie? Pozrite si obrázok concept cartoons© a pouvažujte, ktorý výrok je podľa vás správny a prečo.

**Obr. 147** Concept cartoons© Rast rastlín (Keogh a Naylor, 1997)

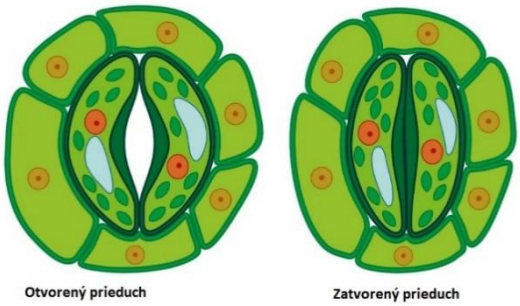
Rast rastliny, resp. nová časť rastliny, ktorá je výsledkom jej rastu, sa nenachádza vždy na rovnakom mieste. Napr. väčšina rastlín rastie z vrcholu výhonku, trávy rastú zo základne výhonku, a preto pokračujú v raste aj po pokosení trávnika (Keogh a Naylor, 1997). Bunky meristematického pletiva sa nachádzajú v stonkových a koreňových meristémoch. Rastlina vďaka nim rastie do výšky, ale do šírky (hrubnutie).




**Obr. 148** Delivé pletivá (https://labassociates.com/meristem-tissue-culture)

2. **Trváce pletivo** – je špecializované na vykonávanie určitej funkcie. Keď sa meristémové bunky diferencujú a špecializujú, strácajú schopnosť deliť sa a diferencujú sa do trvácich pletív, ktoré môžeme rozdeliť podľa funkcie na:

   A. **Pokožka (epiderma)**. V stonkách a listoch je pokryté voskovou *kutikulou*, ktorá zabraňuje strate vody v dôsledku transpirácie. V liste je niekoľko drobných otvorov nazývaných *prieduchy*, ktoré umožňujú výmenu plynov ($O_2$, $CO_2$) a *transpiráciu* (uvoľňovanie nadbytočnej vody vo forme vodnej pary). Každý prieduch je pokrytý dvojicou buniek v tvare fazule, ktoré regulujú jej otváranie a zatváranie. V prieduchových bunkách sa nachádzajú chloroplasty.

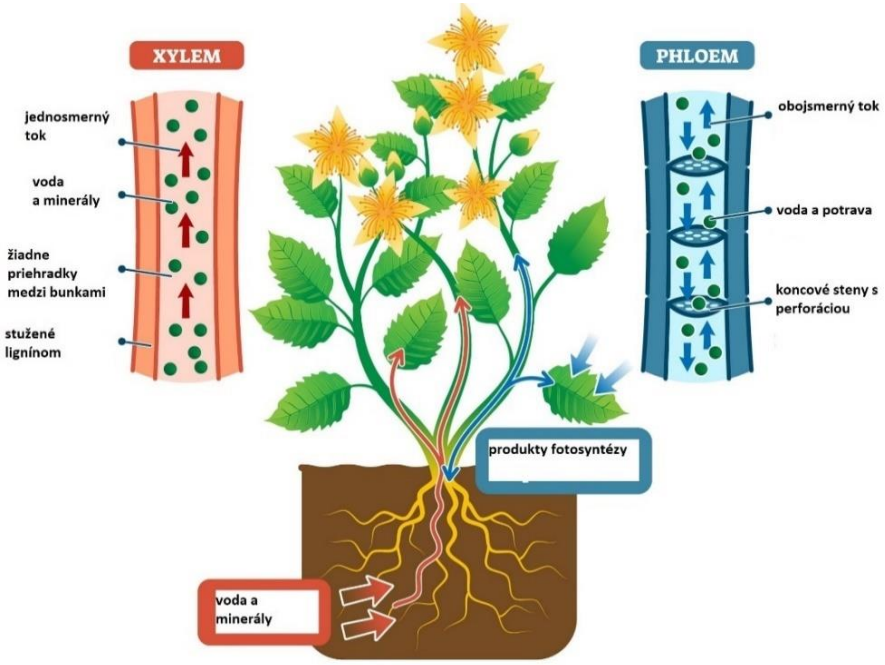



**Obr. 149** Prieduchy (https://www.projektpulsar.pl/srodowisko/2102667,1,rosliny-do-walki-z-glodem.read)

Okrem nich sa v pokožke listov nachádzajú útvary podobné prieduchom, ktoré však stratili schopnosť zatvárať sa. Označujú sa *hydatódy* a rastlina prostredníctvom

nich, v určitých podmienkach, vytláča vodu vo forme kvapiek, čomu hovoríme *gutácia*. Niekedy sa gutácia môže zamieňať s rosou. Rozdiel medzi gutačnými kvapkami a kvapkami rosy je v ich umiestnení – kvapky rosy sú po celom liste, gutačné len na okrajoch. Na niektorých stonkách a listoch sa nachádzajú *trichómy*, čiže malé vlasovité alebo ostnaté výrastky (emergencie), ktoré pomáhajú pri obrane proti bylinožravcom, napr. tŕne ruží. Môžu mať rôznu funkciu, k čomu majú prispôsobenú aj štruktúru, napr. krycie na povrchu listov, pŕhlivé – žihľava alebo absorpčné trichómy (napr. koreňové vlásky), ktoré sú schopné prijímať vodu a v nej rozpustné minerálne látky.

B. **Vodivé pletivá** – vyskytujú sa len u vyšších rastlín. U nižších rastlín je zabezpečovaný prísun živín cez difúziu a osmózu. K vodivým pletivám sa zaraďujú dva typy vodivých pletív: *xylém (drevo)* a *floém (lyko)*. Xylém vedie vodu a minerály z koreňov do rôznych častí rastliny a zohráva úlohu v štrukturálnej podpore stonky. Hovoríme o tzv. *transpiračnom prúde*. Naopak, floém transportuje organické zlúčeniny (asimiláty) z miesta fotosyntézy do iných častí rastliny, a teda z listov do miesta spotreby. V tomto prípade ide o *asimilačný prúd*. Xylém a floém tvoria cievny zväzok v koreňoch, stonkách a koreňoch.




**Obr. 150** Drevo a lyko (https://online-learning-college.com/knowledge-hub/gcses/gcse-biology-help/flowering-plants-and-the-role-of-phloem-and-xylem/)

C. **Základné pletivá** – vypĺňajú priestory medzi krycími a vodivými pletivami. Odlišujú sa od seba tvarom buniek, ale aj ich obsahom. Zaraďujeme sem pletivá:

- *mechanické* – kolenchým (rozšírený v stonkách, listoch, ale aj reprodukčných orgánoch) a sklerenchým (bunky odolné voči mechanickému poškodeniu a možno ich nájsť v celom rastlinnom tele, napr. v škrupine orecha, plod hrušky).

- *asimilačné* – obsahuje veľa chloroplastov, prebieha v ňom fotosyntéza a vyskytuje sa hlavne v listoch.
- *zásobné* – neobsahuje chloroplasty a nachádza sa najmä v podzemných orgánoch (hľuzy, podzemky, cibule). V jeho bunkách sa ukladajú zásobné látky.
- *vylučovacie* – produkujú a vylučujú rôzne látky (silice, triesloviny,..).

**Živočíšne tkanivá**

Tkanivá sú rozdelené do štyroch kategórií na základe štrukturálnych a funkčných podobností. Tkanivo zvyčajne pozostáva z dvoch základných zložiek, a to *buniek* (tvoria základ každého tkaniva) a *medzibunkovej hmoty* (matrix, ktorú produkujú bunky tkaniva).

Podľa funkcie a zloženia rozlišujeme tkanivá ***epitelové, spojivové, svalové*** a ***nervové*.** Primárne typy tkanív spolupracujú a prispievajú k celkovému zdraviu a udržiavaniu ľudského tela. Akékoľvek narušenie štruktúry tkaniva teda môže viesť k poraneniu alebo ochoreniu.

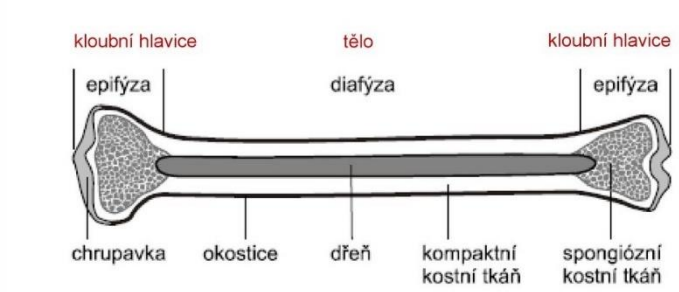
1. **Epitelové tkanivo** – typickým znakom tohto tkaniva je uloženie buniek vo vrstvách, ktoré sú usporiadané tesne vedľa seba a je medzi nimi je len veľmi málo medzibunkovej hmoty. Nemá vlastné cievne zásobenie, ale je vyživované z hlbšie uložených tkanív. Pokrýva vonkajšie povrchy tela, vystiela vnútorné dutiny a tvorí niektoré žľazy. Z hľadiska funkcie rozoznávame:

    a. **Krycí a výstelkový epitel** – pokrýva vonkajší (napr. pokožka) a vnútorný povrch tela (napr. niektoré časti tráviacej sústavy);
    b. **Resorpčný (vstrebávací) epitel** – ide o epitel, ktorého bunky majú schopnosť prijímať látky z okolia a ďalej ich odovzdávať do ďalších tkanív či orgánov, napr. klky v tenkom čreve;
    c. **Zmyslový epitel** – tento typ je tvorený bunkami, ktoré reagujú na rôzne podnety a premieňajú ich na nervový vzruch, napr. sietnica oka, bunky vnútorného ucha;
    d. **Žľazový epitel** – epitel tvorený z buniek, ktoré majú schopnosť sekrécie a tvoria funkčný základ žliaz;
    e. **Riasinkový epitel** – je tvorený bunkami, ktoré majú mnoho riasiniek a pokrývajú vnútorný povrch dýchacích ciest.

2. **Spojivové tkanivo** – spája bunky a orgány tela. Je tvorené bunkami, ktoré produkujú medzibunkovú hmotu, ktorá vypĺňa veľké medzibunkové priestory medzi bunkami. Táto hmota je buď *vláknitá* (fibrilárna), alebo *beztvará* (tvorená bielkovinami a sacharidmi). Vláknitú zložku tvorí najmä bielkovina kolagén, ktorý je tvorený vláknami odolnými na ťah, pričom sa len nepatrne natiahnu. Molekuly elastínu tvoria špirálovito zatočené vlákna, ktoré sa môžu natiahnuť až o polovicu svojej dĺžky a zabezpečujú pružnosť. Rozoznávame 3 typy tkanív – *väzivo, chrupka a kosť*.

    a. **Väzivo** – nachádza sa napr. v šľachách, väzoch (hlasivky), kĺbových puzdrách, tvorí obal niektorých orgánov (pečeň, srdce, obličky).

b. **Chrupka** – nie sú v nej cievy ani nervy. Na jej povrchu je väzivový obal (ochrupka). Existujú rôzne typy. Tvorí hrtanovú príchlopku, medzistavcové platničky, povrch kĺbov kostí, skelet priedušnice, priedušiek, nosa, a pod.
c. **Kosť** – základná hmota je prestúpená minerálnymi látkami, ktoré sa viažu na kolagénové vlákna. Je zásobovaná cievami a prestúpená nervami. Každá kosť má 3 zložky – na povrchu *okosticu* (zabezpečuje výživu kostí), pod ňou *vlastné kostné tkanivo* (kompaktná kosť/hubovité tkanivo) a vo vnútri je *kostná dreň* (v mladosti je červená, starnutím sa nahrádza tukovým tkanivom; je to krvotvorný orgán).




.

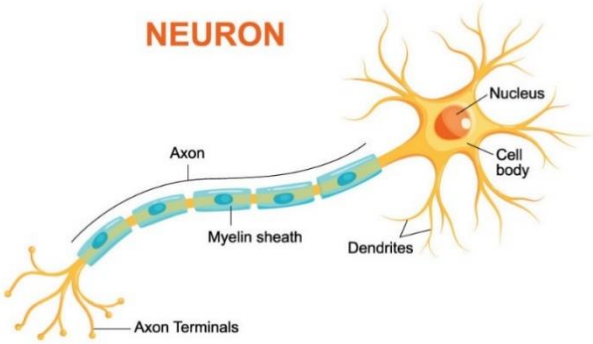
**Obr.151** Stavba dlhých kostí (https://slideplayer.cz/slide/17710968/)

3. **Svalové tkanivo –** pri podráždení sa silno sťahuje, čím zabezpečuje pohyb. Je tvorené svalovými bunkami a vláknami, ktoré zabezpečujú kontrakciu svalov. Táto kontrakcia je výsledkom kĺzania *aktínových a myozínových vlákien*. Svalové tkanivo sa dá ľahko rozlíšiť podľa vysoko organizovaných zväzkov buniek. Sval sa klasifikuje podľa vzhľadu kontraktilných buniek. Rozoznávame 3 typy svalov:

   a) **Hladké svalstvo** – je tvorené z jednojadrových buniek. Vytvára steny dutých orgánov (napr. steny žalúdka, maternice, močový mechúr) a ciev. Nie sú vôľou ovládané. Tento typ tkaniva zabezpečuje slabé, pomalé mimovoľné pohyby.
   b) **Priečne pruhované svalstvo** – kostrové, je tvorené z mnohojadrových buniek a dlhých vlákien. Je ovládané voľou. Kontrakcia tkaniva kostrového svalstva je rýchla a silná.
   c) **Srdcová svalovina** – myokard, medzi svalovými vláknami sú priehradky, nie je ovládané voľou. Má vlastný prevodový systém. Pracuje na princípe všetko alebo nič.

4. **Nervové tkanivo** – je tvorené *nervovými bunkami* (neuróny) a *gliovými bunkami* (zabezpečujú výživu neurónov). Ich činnosť vyplýva zo schopnosti vytvárať nervové vzruchy a viesť ich do ďalších buniek cez nervové vlákna. **Neuróny** majú zvyčajne veľké bunkové telo a dlhé výbežky, ktoré sa používajú na prenos informácií. Tieto výbežky sa označujú ako axóny a dendrity. Axóny vysielajú impulzy z bunkového tela a dendrity prenášajú prichádzajúce informácie. Neuróny sa najľahšie identifikujú podľa ich

axónov na pozdĺžnom alebo priečnom reze. Skupiny neurónov sa v periférnom nervovom systéme označujú ako *gangliá* a v centrálnom nervovom systéme ako *jadrá*.

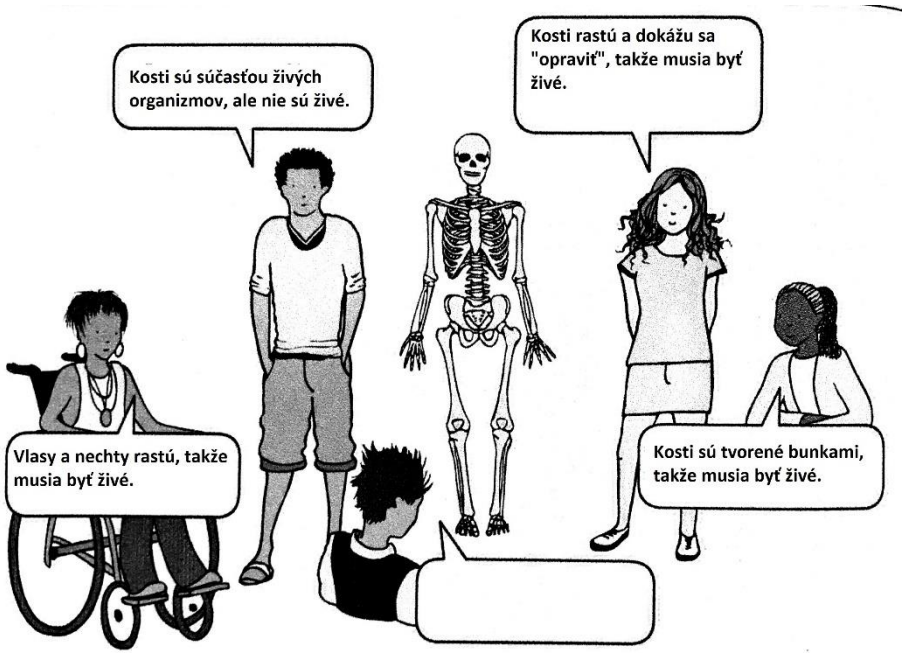



**Obr. 152** Neurón (https://www.snexplores.org/article/explainer-what-is-a-neuron)

## Orgánové sústavy človeka

### Oporná sústava

Pozostáva z kostí, chrupiek a väziva. Kosti rastú v procese zvanom **osifikácia** (kostnatenie), pričom kosť vzniká z chrupkového základu. Prebieha postupne, v tzv. **osifikačných centrách.** Premena sa z nich šíri všetkými smermi. Medzi telom kosti a kĺbovými koncami zostáva neosifikovaná rastová chrupka (chrupková platnička), ktorá zabezpečuje rast kosti do dĺžky. Do hrúbky rastie vďaka okostici. Činnosť rastovej chrupky je riadený somatotropným hormónom (STH, rastový). Ich rast zvyčajne končí v 18.roku života. Prezrite si nasledujúci obrázok a popremýšľajte či sú podľa vás kosti živé, alebo nie.

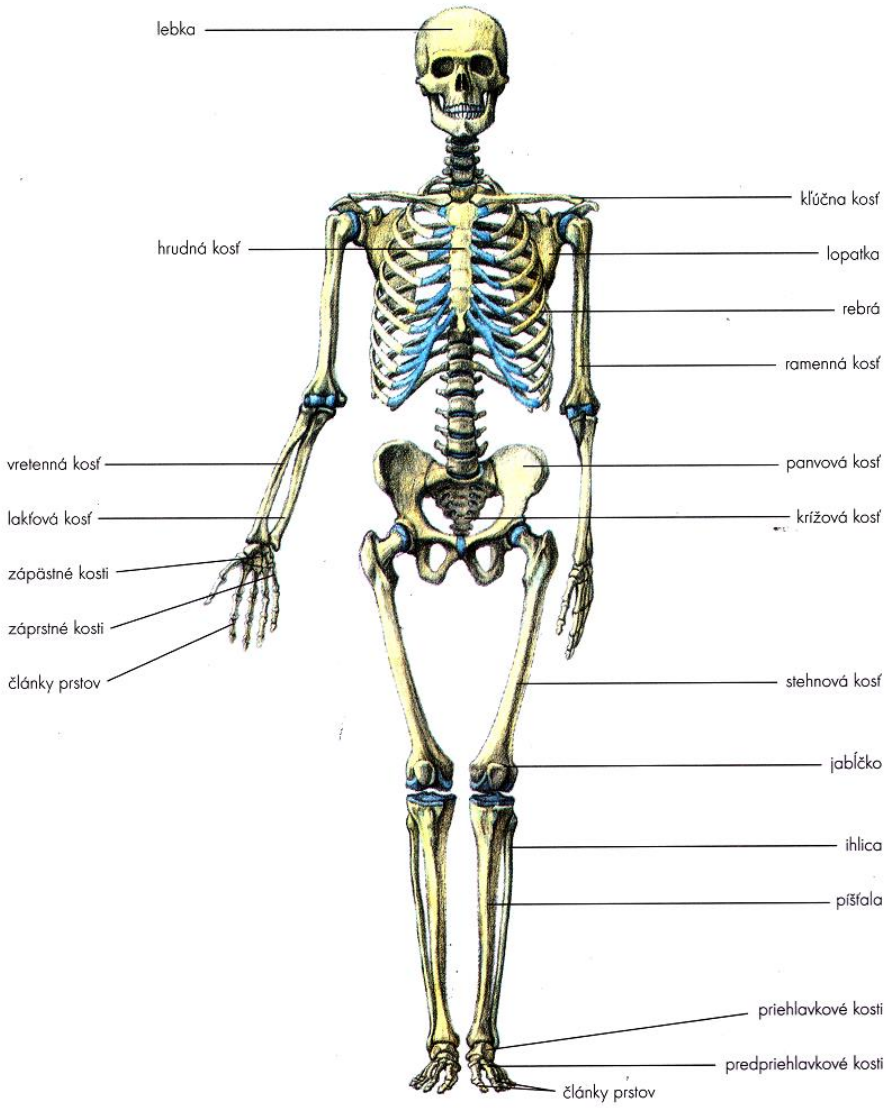



**Obr.153** Concept cartoons© Sú kosti živé? (Naylor a kol., 2021).

Keď chceme posúdiť, čo je živé alebo nie, hľadáme dôkazy o procesoch, ktoré sú typické pre živé organizmy (pohyb, rast, dýchanie, rozmnožovanie a pod.). Vieme, že bunky sú živou súčasťou organizmu, ale len organizmus ako celok prejavuje všetky životné procesy. Avšak nie všetky tieto procesy prebiehajú v bunkách samostatne. Kosti sú orgány, ktoré obsahujú cievy, nervy a bunky (napr. osteoblasty), takže sú živé. Úlohou osteoblastov je vytvoriť novú kosť, keď človek rastie alebo keď je kosť poškodená. Sú tvorené z bielkoviny, ktorá sa označuje ako kolagén. Živé bunky v koži produkujú keratín, ktorý tvorí nechty a vlasy, a vďaka nemu môžu rásť (Naylor a kol., 2021).

Kosti môžu mať rôzny tvar a veľkosť. Podľa toho rozoznávame kosti ***dlhé*** (napr. stehenná kosť), ***krátke*** kosti (priehlavkové kosti), ***ploché*** (lopatka) **a *nepravidelného tvaru*** (sánka). Kosti môžu byť spojené buď pohyblivo (kĺbom), alebo nepohyblivo (spojené väzivom, napr. kosti mozgovej časti lebky; chrupkou, napr. rebrá s hrudnou kosťou; kostným tkanivom, napr. panva). Na kostre človeka rozoznávame:

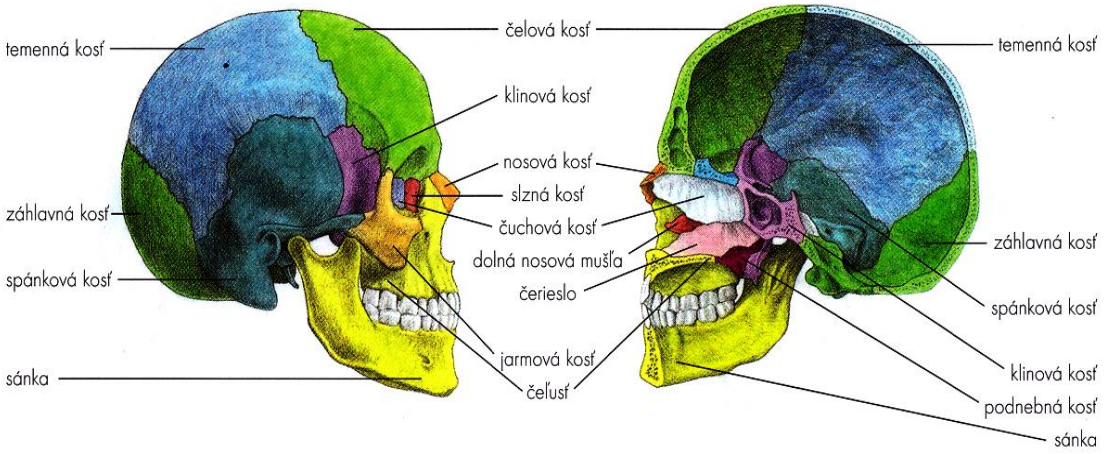
*a.* **Kostra trupu** – zaraďujeme sem chrbticu a hrudník. Chrbtica je tvorená stavcami, v ktorých strede je otvor – chrbticový kanál, v ktorom sa nachádza miecha. Medzi stavcami sú medzistavcové platničky, ktoré sú veľmi pružné a chrupkovité. Vďaka nim je chrbtica pohyblivá. Chrbtica človeka je 2-krát esovito zakrivená – dozadu prehnutý hrudník a kríže (*kyfóza*) a ohnutie smerom dopredu v oblasti krku a drieku (*lordóza*). Skrivenie chrbtice doboka sa označuje *skolióza*. Hrudník je tvorený *hrudnou kosťou* (plochá kosť, v ktorej sa po celý život nachádza červená kostná dreň), *rebrami* (12 párov – 7 párov je pravých rebier a 3 páry nepravé a 2 páry voľné) a *hrudníkovými stavcami.*




**Obr. 154** Kostra človeka (https://encyklopediapoznania.sk/clanok/6414/kostra-cloveka-sceletum-kosti-chrupka-vazivo-spojivove-tkaniva)

*b.* **Kostra končatín** – horná končatina a dolná končatina. *Horná končatina* začína lopatkovým pletencom (lopatka + kľúčna kosť) a pokračuje vlastnou voľnou končatinou (ramenná kosť, lakťový kĺb, lakťová a vretenná kosť, zápästný kĺb, kostra ruky – záprstné a zápästné kostičky + články prstov). *Dolná končatina* začína panvovým pletencom (panva – tvorená 2 panvovými kosťami vpredu spojené s lonovou sponou a vzadu s krížovou kosťou). Ďalej pokračuje vlastnou voľnou končatinou (stehenná kosť, kolenný kĺb, píšťala, ihlica, členkový kĺb, priehlavkové a predpriehlavkové kosti).

*c.* **Kostra hlavy** – lebka, ktorá pozostáva z mozgovej a tvárovej časti. Mozgová časť chráni mozog a pozostáva z viacerých kostí (záhlavová kosť, klinová kosť spánkové kosti, čuchová kosť, čelová kosť, temenné kosti). Tvárová časť je menšia a tvorí ju čeľusť, jarmové kosti, slzné kosti, nosové kosti, podnebná kosť, čerieslo a sánka.

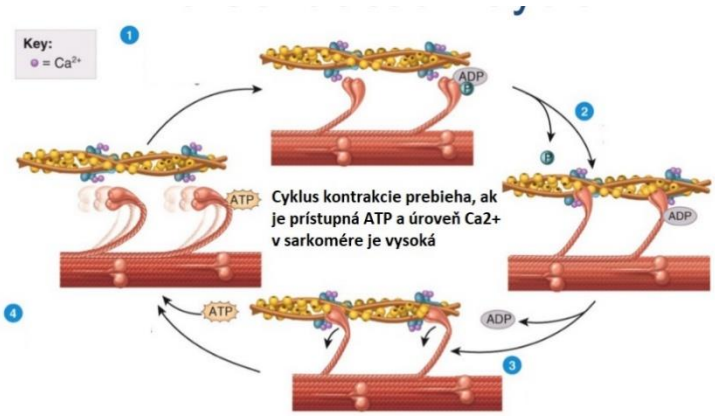



**Obr. 155** Lebka (https://encyklopediapoznania.sk/clanok/6417/lebka)

**Svalová sústava**

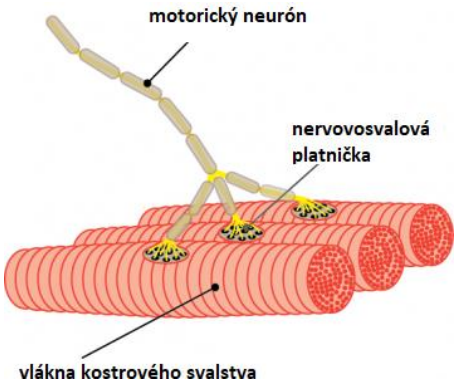
Zabezpečuje pohyb organizmu, ale tvorí aj niektoré vnútorné orgány. Z hmotnosti dospelého muža tvoria svaly približne 36% a u žien asi 32%. Rozdelenie a stručný popis svalov sme uviedli pri charakteristike tkaniva podľa funkcie a zloženia. V nasledujúcom texte opíšeme základnú vlastnosť svalov, t.j. svalovú kontrakciu.

Ku **svalovej kontrakcii** dochádza pri pohybe ktorejkoľvek časti nášho tela, napríklad pri vykonávaní fyzických aktivít alebo pri fyzickej funkcii vnútorného orgánu. Kontrakciu kostrových svalov môžeme ovládať podľa svojej vôle, zatiaľ čo kontrakcia hladkých a srdcových svalov je nedobrovoľná. Za svalovú kontrakciu sú zodpovedné dva proteíny, a to **aktín** a **myozín**. Tieto proteíny tvoria hrubý a tenký pás *myofilamentov* (myofibríl), ktoré spolu tvoria *sarkómeru* (môžu uvoľňovať $Ca^{2+}$). Pri priebehu kontrakcie sa aktínové vlákna zasúvajú medzi myozínové, čoho následkom je skracovanie svalu. Medzi oboma typmi bielkovín prebieha chemická reakcia, pri ktorej nastáva štiepenie energie ATP, a tým sa uvoľňuje energia potrebná pre činnosť svalov.




**Obr.156** Priebeh kontrakcie (https://storage.googleapis.com/dziixfnawraphe/shortening-of-a-muscle-is-blank-contraction.html)

**Pri priebehu kontrakcie** z myozínových vlákien vystupujú mostíky smerom k aktínovým vláknam. V prípade, keď je sval v pokoji, hlavice sa nedotýkajú. Keď do svalu dorazí nervový vzruch, vyvolá uvoľnenie iónov $Ca^{2+}$ zo sarkoplazmatického retikula. Ióny vápnika umožnia väzbu myozínových hlavíc na aktínové vlákna a prebehne chemická reakcia, pri ktorej sa aktínové vlákna posúvajú medzi vlákna myozínu. Následne sa spojenie prerušuje a myozínové hlavice sa viažu na nové miesta, čím posúvajú aktín ďalej. Tento proces sa opakuje viackrát. Po skončení kontrakcie sa ióny $Ca^{2+}$ prečerpajú späť do sarkoplazmatického retikula a sval sa uvoľní. Myozín a aktín sa od seba odpoja, keď sa obnoví zásoba energie ATP. Kontrakcia svalu sa teda začína nervovým vzruchom, pričom spojenie medzi nervom a svalom tvorí **motorická jednotka.**




**Obr. 157** Motorická jednotka (https://www.trainingweightlifting.com/physiology/neural-adaptation/)

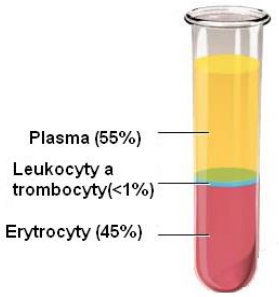
**Krv a obehová sústava**

Krv sa považuje za tekutý orgán a tvorí dôležitú súčasť vnútorného prostredia človeka. Množstvo krvi v tele dospelého muža je približne 5-6 litrov, pričom ženy mávajú spravidla o 10% krvi menej ako muži. Organizmus dokáže zvládnuť stratu krvi do 0,5l. Život ohrozujúca strata krvi je nad 1,5l. Najviac krvi v tele sa nachádza v žilách a vo svaloch. Medzi orgány s najvyšším prietokom krvi v ľudskom tele patria obličky, pečeň, srdce a mozog. Krv je pumpovaná srdcom a po okysličení hemoglobínu má jasnočervenú farbu.

Medzi jej <u>hlavné funkcie</u> patria:

- Transport živín (napr. glukózy, aminokyselín a mastných kyselín) v tele;
- Prenáša a dodáva kyslík do tkanív a orgánov;
- Transportuje oxid uhličitý a vedľajšie metabolické produkty na vylúčenie;
- Imunitná obrana proti patogénnym a škodlivým antigénom;
- Koagulácia a tvorba krvných zrazenín;
- Regulácia pH a teploty tela;
- Transport hormónov a iných chemických molekúl.

Krv sa skladá z 55 % *plazmy* a 45 % *krvných teliesok* (krvné bunky a krvné doštičky). Pomer medzi krvnou plazmou a telieskami sa nazýva **hematokrit**.




**Obr. 158** Zloženie krvi (https://telemedicina.med.muni.cz/pdm/detska-onkologie/index.php?pg=obecna-onkologie--nahle-prihody--hyperleukocytosa--agranulocyty)

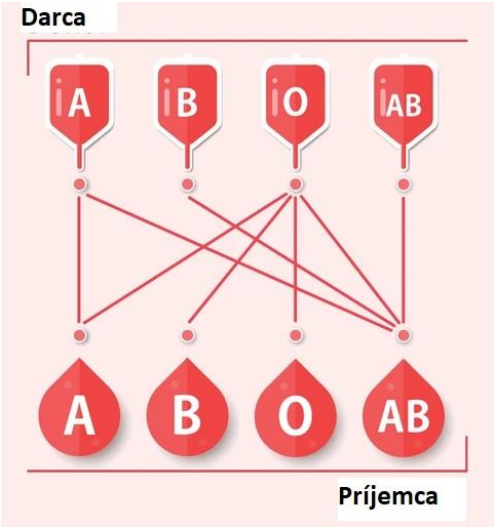
**Plazma** má žltkastú farbu a obsahuje vodu (90%), soli, plazmatické bielkoviny, glukózu (hladina cukru v krvi = glykémia), dýchacie plyny, hormóny a metabolické vedľajšie produkty. Medzi **krvné telieska** zaraďujeme:

- **Červené krvinky** – *erytrocyty* – bezjadrové bunky, ktoré majú zboku piškótovitý tvar a pri pohľade zhora sú okrúhle. V strede sú preliačené, čo zväčšuje ich povrch (dôležité pre viazanie kyslíka). V dospelosti sa vytvárajú len v červenej kostnej dreni. Na ich tvorbu je nevyhnutný dostatok bielkovín, železa a vitamínu B12. Tieto bunky jadro strácajú vtedy, keď sú vylúčené z kostnej drene do krvného obehu. Ich životnosť je spravidla 100-120 dní a zanikajú v slezine (nachádza sa v brušnej dutine). Ich produkcia je regulovaná hormónom *erytropoetínom*, ktorého tvorba závisí od nadmorskej výšky, resp. od atmosférického tlaku. Tzn., že ak by sme sa nachádzali na vysokých horách, kde je tlak nižší, tak produkcia tohto hormónu bude stúpať. Obsahujú farbivo hemoglobín, na ktorý sa viaže kyslík (nebielkovinová zložka hém obsahuje železo). Na 100ml krvi u dospelého muža pripadá asi 16g hemoglobínu (u ženy približne 15g).
- **Biele krvinky** – *leukocyty* – bunky s jadrom, ktoré môžu mať rôzny tvar. Delia sa na:
    - *granulocyty* (viac ako 70%), ktoré sa aktívne pohybujú. Dokážu meniť tvar a majú schopnosť diapedézy (prechádzanie cez stenu krvných vlásočníc) a fagocytózy (pohlcovanie veľkých pevných častíc).
    - *agranulocyty*, ku ktorým zaraďujeme *lymfocyty* (lymfocyty T – produkujú látky, ktoré produkujú aktivitu ostatných leukocytov; lymfocyty B – na svojom povrchu majú receptory pre antigény). Ďalším typom sú *monocyty* (vznikajú v kostnej dreni a označujú sa makrofágy, kvôli veľkej schopnosti fagocytózy).

- **Krvné doštičky** – *trombocyty* – nejde o bunky, ale o malé telieska nepravidelného tvaru. Vznikajú v kostnej dreni oddelením časti cytoplazmy z obrovských buniek drene. Ich životnosť je asi 6 dní. Pri poranení narážajú na okraj poškodených ciev, kde sa lámu a uvoľňujú doštičkové faktory, ktoré sa zúčastňujú na zrážaní krvi.

**Krvné skupiny**

Krvné skupiny sa určujú prítomnosťou alebo neprítomnosťou určitých antigénov – látok, ktoré môžu spustiť imunitnú odpoveď, ak sú pre telo cudzie. Keďže niektoré antigény môžu spustiť imunitnú reakciu človeka k útoku na transfúzovanú krv, bezpečné krvné transfúzie závisia od starostlivého určenia krvných skupín. Existujú **štyri hlavné krvné skupiny** určené prítomnosťou alebo neprítomnosťou dvoch antigénov, A a B, na povrchu červených krviniek. Okrem antigénov A a B existuje proteín nazývaný **Rh faktor**, ktorý môže byť prítomný (+) alebo neprítomný (–), čím vzniká 8 najbežnejších krvných skupín (A+, A-, B+, B-, O+, O-, AB+, AB-).



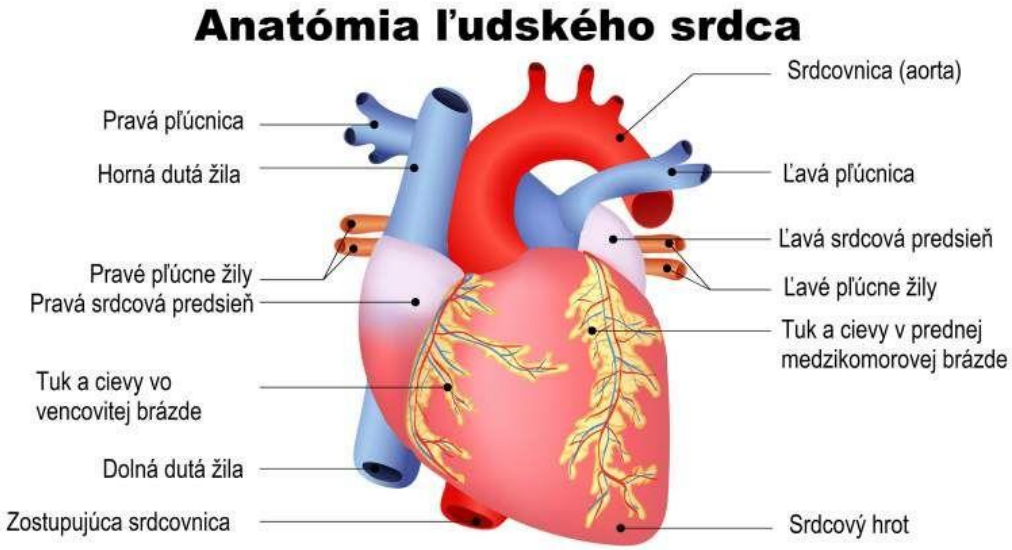

**Obr.159** Možnosti darovania krvi podľa krvnej skupiny
(https://www.shutterstock.com/search/blood-type-chart)

Univerzálni darcovia sú tí, ktorí majú krvnú skupinu 0 negatívnu, pretože sa môže použiť pri transfúziách pre akúkoľvek krvnú skupinu. Iba 7 % populácie má krv 0 negatívnu. Skupina 0+ predstavuje najčastejšie sa vyskytujúcu krvnú skupinu (37 % populácie). Krvná skupina sa dedí, tzn., že vaša krvná skupina závisí od krvných skupín vašej matky a otca.

**Obehový systém**, nazývaný aj kardiovaskulárny systém, je životne dôležitý orgánový systém, ktorý dodáva látky do všetkých buniek pre vykonávanie základných funkcií. Ide o uzavretý systém, ktorý je zložený zo *srdca* ako centralizovaného čerpadla, *krvných ciev,* ktoré distribuujú krv po celom tele a samotnej *krvi*, ktorá slúži na transport rôznych látok.

**Srdce**

Srdce je svalová pumpa, ktorá je ústrednou súčasťou obehového systému. Jeho hmotnosť je asi 280-320g a jeho dĺžka je asi 14cm. Ide o dutý orgán. Je rozdelené na pravú a ľavú stranu svalovou priehradkou. Svalová zložka srdca, *myokard*, sa skladá z mimovoľného srdcového svalu. Vnútorne je vystlaná membránou nazývanou *endokard* a zvonka *epikard*. Kontrakcia buniek srdcového svalu je stimulovaná elektrickými impulzmi, ktoré sú sporadicky vysielané z regulačných centier srdca (sinuatriálneho uzla v pravej predsieni a atrioventrikulárneho uzla v priehradke medzi predsieňami a komorami).




**Obr.160** Stavba srdca (https://cz.pinterest.com/pin/824158800528410738/)

Rozoznávame 2 komory a 2 predsiene. Medzi pravou predsieňou a pravou komorou je 3-cípa chlopňa, medzi ľavou predsieňou a ľavou komorou je 2-cípa chlopňa. Funkcia chlopní spočíva v tom, že zabraňujú spätnému prechodu krvi. Srdce nepretržite prechádza sériou kontrakcií a relaxácií. *Systola* označuje súčasné sťahovanie srdcových komôr, *diastola* ich uvoľnenie. Počas systoly je krv pumpovaná z komôr do výtokových ciest zodpovedajúceho krvného obehu. Predsiene sa súčasne plnia krvou. Počas diastoly sú komory uvoľnené a krv prúdi z predsiení do zodpovedajúcich komôr.

Obehový systém je rozdelený do dvoch samostatných slučiek: **malý krvný obeh (pľúcny**), a **veľký krvný obeh (telový).** Oba tieto okruhy začínajú a končia v srdci.

- **Malý krvný obeh** (pľúcny) začína v pravej komore srdca, kde prúdi odkysličená krv do pľúc cez *pľúcnicu*, kde sa okysličuje a vracia späť do ľavej komory.
- **Veľký krvný obeh** (telový) začína v ľavej komore, kde okysličená krv prúdi *aortou* do celého tela a vracia sa späť do pravej predsiene cez hornú a dolnú dutú žilu. Týmto spôsobom srdce zabezpečuje cirkuláciu krvi a dodáva kyslík a živiny do tkanív.

**Krvné cievy**

Cievy cirkulujú krv v celom tele. Pomáhajú dodávať kyslík a živiny do životne dôležitých orgánov a tkanív a tiež odstraňujú odpadové produkty. Regulujú aj krvný tlak. Medzi cievy patria žily, tepny a kapiláry. Každý typ slúži vo vašom tele svojmu účelu. Krvné cievy tvoria uzavretú slučku, akoby okruh, ktorý začína a končí v srdci. Srdce a cievy spolu tvoria obehový systém. Naše telo obsahuje približne 96 000 kilometrov krvných ciev.

Každý typ cievy slúži na inú funkciu:

a) **Tepny**. Tieto silné, svalnaté cievy prenášajú krv bohatú na kyslík (okysličenú) zo srdca do tela. Táto krv obsahuje kyslík z pľúc – výnimku tvoria pľúcne tepny, ktoré sa vetvia z pľúcnicového kmeňa (pľúcnica) vychádzajúceho z pravej komory srdca a prenášajú odkysličenú krv smerom do pľúc. Najmohutnejšou tepnou tela je **srdcovnica** (aorta), ktorá vychádzajúca z ľavej komory srdca a vytvára oblúk smerom doľava dozadu a otáča sa k chrbtici. V nej prúdi krv najrýchlejšie. Tvoria zhruba 20 % z celkového objemu krvného riečiska v obehovom systéme človeka.
**b) Žily**. Sú krvné cievy, ktoré vedú odkysličenú krv z tkanív smerom do srdca. Rovnako aj tu nájdeme výnimku, a to pľúcne žily, ktoré vedú z pľúc do ľavej predsiene srdca okysličenú krv. Žily tvoria zhruba 75% z celkového objemu krvného riečiska u človeka, čo je vďaka ich schopnosti uchovávať veľké množstvo krvi = regulácia krvného tlaku a objemu cirkulujúcej krvi. Medzi najväčšie žily v tele človeka patrí **horná a dolná dutá žila.**
c) **Vlásočnice**. Naše najmenšie krvné cievy spájajú tepny a žily. Vďaka svojim tenkým stenám sú kapiláry prestupnými stanicami pre kyslík, živiny, oxid uhličitý a odpad.

**Dýchacia sústava**

Dýchacia sústava človeka je nevyhnutná pre zachovanie života, pretože uľahčuje výmenu plynov – kyslíka ($O_2$) a oxidu uhličitého ($CO_2$) – medzi telom a vonkajším prostredím. Jej hlavnou funkciou je príjem kyslíka, ktorý je potrebný na bunkové dýchanie, ktoré poskytuje chemickú energiu pre metabolické funkcie tela. Systém však plní aj niekoľko ďalších dôležitých funkcií.

Funkcie dýchacej sústavy:

- Výmena plynov – primárnou funkciou je výmena kyslíka a oxidu uhličitého medzi krvným obehom a vonkajším prostredím.
- Regulácia pH krvi – reguláciou hladiny $CO_2$ v krvi pomáha udržiavať acidobázickú rovnováhu (systém, ktorý slúži na udržanie stálosti vnútorného prostredia organizmu z hľadiska aktivity vodíkových iónov, H+).
- Filtrácia a ochrana – filtruje častice a patogény z vdýchnutého vzduchu a chráni telo pred škodlivými látkami.
- Ohrieva a zvlhčuje vzduch – keď vzduch postupuje z nosa do pľúc, tak sa zvlhčuje a ohrieva sa na telesnú teplotu.
- Fonácia – pohyb vzduchu cez hlasivky umožňuje tvorbu zvukov, čo umožňuje reč.
- Čuch – vdychovaný vzduch uľahčuje zachytávanie vôni dovádzaním vzduchu k čuchovým receptorom v nosovej dutine.

Z funkčného hľadiska sa delí na 2 časti:

1. **Dýchacia rúra** – privádza kyslík z nosa a úst smerom do pľúc;
2. **Pľúca** – dýchací orgán, v ktorom nastáva výmena dýchacích plynov.

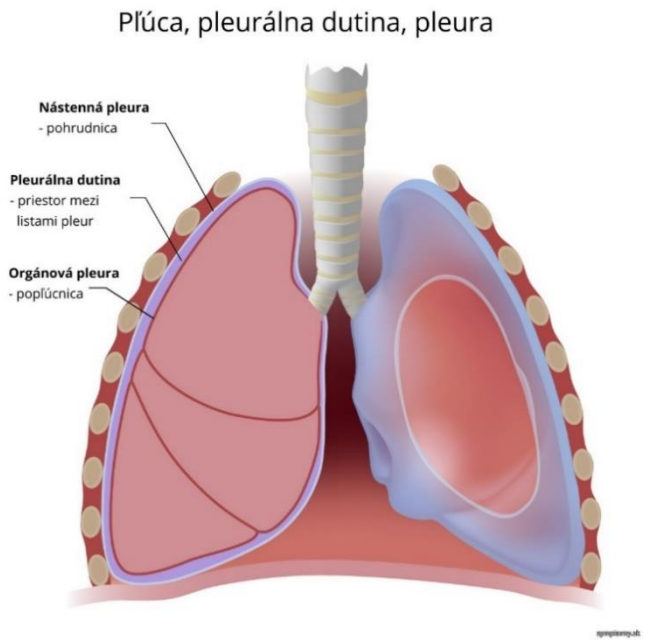
*Dýchacia rúra*

Dýchacia rúra pozostáva z nosovej dutiny, nosohltana, hrtana, priedušnice a priedušiek. Všetky uvedené časti dýchacej rúry (s výnimkou nosovej dutiny) majú rovnakú stavbu. Jej základ je tvorený **chrupkovým skeletom**, ktorý zabraňuje zúženiu dýchacích ciest. Na tomto základe sa nachádza vrstva podsliznicového väziva, na ktorom sú rozptýlené uzlíky lymfatických buniek (zabraňujú vzniknutiu mikroorganizmov). Vnútorná vrstva je tvorená sliznicou produkujúcou hlien, na ktorej je riasinkový epitel. Jeho funkcia je najmä ochranná – zabraňuje vniknutiu mikroorganizmov a nečistôt.

- **Nos a nosová dutina:** hlavný vstupný bod pre vzduch. Nosová dutina ohrieva, zvlhčuje a filtruje vzduch. Obsahuje tiež čuchové receptory pre čuch. Smerom dozadu pokračuje nosová dutina k nosohltanu 2 otvormi. Nosová dutina je spojená s prínosovými dutinami v čelovej a čuchovej kosti, ako aj v klinovej kosti a čeľusti. Pomáhajú odľahčiť hmotnosť lebky, ohrievať a zvlhčovať vzduch a zvyšovať hlasovú rezonanciu.
- **Nosohltan:** je horná časť hltana, kde vyúsťuje spojenie s nosovou dutinou. Do hltana vyúsťuje Eustachova trubica (spája stredné ucho s nosohltanom), pri ktorej sa nachádza nosohltanová mandľa.
- **Hrtan:** spája hltan a priedušnicu. Je asi 6cm dlhý a zložený z hrtanových chrupiek. Najväčšou je štítna chrupka, na ktorej je zavesená štítna žľaza. Od hltana ho oddeľuje hrtanová príchlopka (zabraňuje vzniknutiu potravy a tekutín do dýchacích ciest). V strede, kde je hrtan zúžený, sa nachádzajú hlasivky.
- **Priedušnica:** je uložená pred pažerákom a meria približne 12 cm. Jej šírka je asi 1,5 cm. Tvorená je z 15-20 chrupiek podkovovitého tvaru. Na jej bokoch sa nachádzajú laloky štítnej žľazy.
- **Priedušky:** sú pokračovaním priedušnice. Ďalej, smerom do pľúc, sa mnohonásobne rozvetvujú a tvoria tzv. bronchiálny strom, ktorý je tvorený priedušničkami a priedušinkami. Vetvy tohto „stromu“ tvoria kostru pľúc.

*Pľúca*

Pľúca sú špongiovitý párový orgán tvorený z pravých a ľavých pľúc. Medzi nimi sa nachádza *medzipľúcie*, čo je priestor, v ktorom je uložené srdce. Horná časť pľúc (pľúcne hroty), siaha až nad okraj kľúčnych kostí a dolná časť (báza pľúc) nasadá na bránicu. Pľúca sú hlbokými zárezmi rozdelené na pľúcne laloky, pravé pľúca na tri a ľavé na dva laloky. Povrch pľúc pokrýva blana, tzv. **popľúcnica**.




**Obr. 161** Pľúca (https://www.symptomy.sk/pluca)

Vnútro hrudného koša pokrýva **pohrudnica**. Medzi popľúcnicou a pohrudnicou je dutina, vyplnená tekutinou s podtlakom. Priedušky sa po vstupe do pľúc vetvia na stále jemnejšie vetvy. Priedušničky sú ukončené mechúrikovými vrecúškami zloženými z polguľovitých vačkov – **pľúcne mechúriky.** Tu dochádza k výmene dýchacích plynov medzi krvou a pľúcami. Stenu alveol tvoria väzivové vlákna, medzi ktorými je spleť krvných vlásočníc. Dutinu alveoly vystiela vrstva respiračného epitelu.

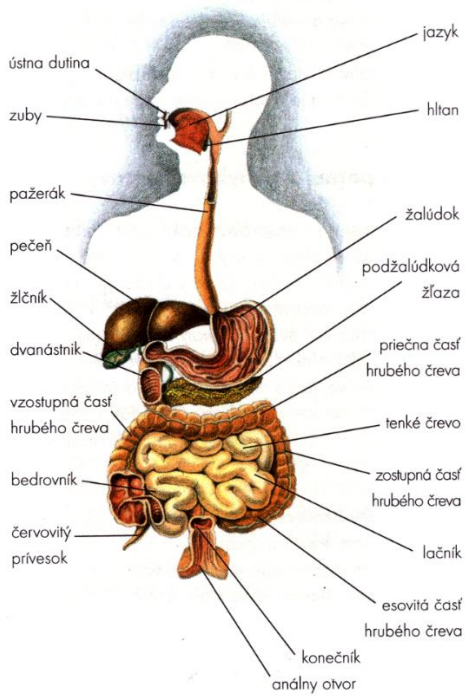
<u>Dýchanie zahŕňa niekoľko koordinovaných krokov:</u>

- **Vdýchnutie** (Inspirácia): Bránica sa stiahne a sploští a medzirebrové svaly zdvihnú hrudný kôš, čím zväčšia objem hrudnej dutiny. Toto zníženie tlaku umožňuje prúdenie vzduchu do pľúc.
- **Výmena plynov**: Kyslík z vdýchnutého vzduchu difunduje cez alveolárne steny do krvi v okolitých kapilárach, zatiaľ čo $CO_2$ difunduje z krvi do alveol, kde sa vydýchne.
- **Prenos plynov**: Kyslík sa viaže na hemoglobín v červených krvinkách a transportuje sa do tkanív. Oxid uhličitý, odpadový produkt bunkového metabolizmu, sa transportuje späť do pľúc.
- **Výdych** (Expirácia): Bránica sa uvoľní a medzirebrové svaly spustia hrudný kôš, čím sa zmenší objem hrudnej dutiny a zvýši tlak, čo vytlačí vzduch z pľúc.

Za deň človek vydýchne približne 10 000 litrov vzduchu. Keďže pri dýchaní sa spotrebováva kyslík a uvoľňujú sa nepotrebné plyny (oxid uhličitý), tak **medzi vdychovaným a vydychovaným vzduchom sú rozdiely.** Vydychovaný vzduch obsahuje viac oxidu uhličitého (z 0,03 % vo vdychovanom vzduchu na 4 %) a vodnej pary (2,93 %). Počas chladného počasia môžeme túto vodnú paru vidieť – vydychujeme „obláčik“.

**Tráviaca sústava**

Energia potrebná pre všetky procesy a činnosti, ktoré prebiehajú v našom tele, pochádza z potravín, ktoré prijímame. Tráviaca sústava nám umožňuje prijímať potravu z rozmanitých zdrojov a využívať ich ako zdroj energie.




**Obr.162** Časti tráviacej sústavy (https://www.dombyliniek.sk/dvanastnik-slovnik/)

Proces trávenia je zložitý proces, ktorý premieňa potravu, ktorú skonzumujeme, na energiu a odpadové produkty. Čas, za ktorý sa potrava dostane do úst a vylúči ako odpad, je približne 30 až 40 hodín. Je tvorená orgánmi tráviacej rúry (ústna dutina, hltan, pažerák, žalúdok, tenké a hrubé črevo) a žľazami (pečeň, podžalúdková žľaza, slinné žľazy).

- **Ústna dutina**: Ústa sú vstupným bodom pre jedlo, ale tráviaci systém sa často pripraví ešte predtým, ako sa do našich úst dostane prvý kúsok jedla. Sliny sa uvoľňujú zo slinných žliaz do ústnej dutiny, už pri zacítení vône jedla. Keď jedlo vstúpi do úst, žuvanie (*mastikácia*) rozkladá jedlo na menšie častice, ktoré môžu byť ľahšie spracované enzýmami v slinách. Jazyk pomáha pri miešaní jedla so slinami a potom jazyk a mäkké podnebie pomáhajú posúvať jedlo do hltana a pažeráka.
    - **Zuby** sú tvrdé, kalcifikované štruktúry nachádzajúce sa v ústnej dutine, ktoré hrajú kľúčovú úlohu pri hryzení, žuvaní a rozkladaní potravy na trávenie. Skladajú sa z viacerých vrstiev vrátane *skloviny*, *zuboviny* (dentínu), *zubnej drene* a *zubného cementu*, pričom každá prispieva k ich pevnosti a funkcii. Zuby sú ukotvené v alveolárnych jamkách čeľustných kostí (*maxily* a *mandibuly*) a sú podopreté parodontálnym väzivom. Ľudia majú počas svojho života dve sady zubov – **dočasný chrup** (mliečne zuby) a **definitívny chrup.** Mliečne zuby pozostávajú z 20 zubov (8 rezákov, 4 očné zuby, 8 stoličiek), zatiaľ čo definitívny chrup z 32 zubov, rozdelených na rezáky (8), očné zuby (4), črenové zuby (8)

a stoličky (12), pričom každý slúži na iný účel. Zuby sú lemované ďasnami, ktoré poskytujú štrukturálnu oporu a ochranu. Obsahujú tiež nervy a cievy, ktoré ich vyživujú a udržiavajú citlivé na vonkajšie podnety. Každý zub sa skladá z troch hlavných častí, a to z ***korunky*** (viditeľná časť zuba nad líniou ďasien, pokrytá sklovinou na ochranu), ***krčka*** (úzka oblasť, kde sa stretáva korunka a koreň, obklopená ďasnom) a z ***koreňa*** (časť zapustená do čeľustnej kosti, ktorá bezpečne ukotvuje zub v alveolárnej jamke).

- **Jazyk** je svalový orgán nachádzajúci sa v ústnej dutine, ktorý hrá kľúčovú úlohu pri tvorbe reči, chuti, žuvaní a prehĺtaní. Skladá sa z kostrových svalov pokrytých sliznicou, ktorá mu dodáva flexibilitu aj pevnosť pre jeho rôzne funkcie. Povrch jazyka je pokrytý malými štruktúrami nazývanými **jazykové bradavky** (papily), ktoré obsahujú chuťové pohárikv s chuťovými bunkami zodpovedné za vnímanie chutí (sladká, kyslá, slaná, horká a umami). Je bohato zásobený nervami, krvnými cievami a lymfatickým tkanivom, čo zabezpečuje citlivosť, pohyblivosť a imunitnú obranu. Jazyk tiež obsahuje jazykové žľazy, ktoré produkujú sliny, ktoré pomáhajú pri zvlhčovaní ústnej dutiny a trávení.
- **Slinné žľazy** sú exokrinné žľazy zodpovedné za produkciu a vylučovanie slín do ústnej dutiny. Sliny pomáhajú pri zvlhčovaní potravy, trávení, zvlhčovaní ústnej dutiny a ústnej hygiene. Tieto žľazy sa skladajú zo seróznych, hlienových alebo zmiešaných sekrečných buniek, ktoré uvoľňujú enzýmy, elektrolyty a hlien na udržanie zdravia ústnej dutiny a tráviacej funkcie. Do ústnej dutiny vyúsťujú 3 páry slinných žliaz, a to **príušná žľaza** (uložená pred ušnicou), **podsánková žľaza** (uložená pod oblúkom sánky) a **podjazyková žľaza** (uložená v spodine ústnej dutiny). Za deň sa vytvorí asi 1-1,5l slín. Skladajú sa najmä z vody (99%) a zvyšok je tvorený organickými (mucín – viskozita slín, ptyalín – začína trávenie sacharidov) a anorganickými látkami (vápenaté, draselné a fosforečné soli).

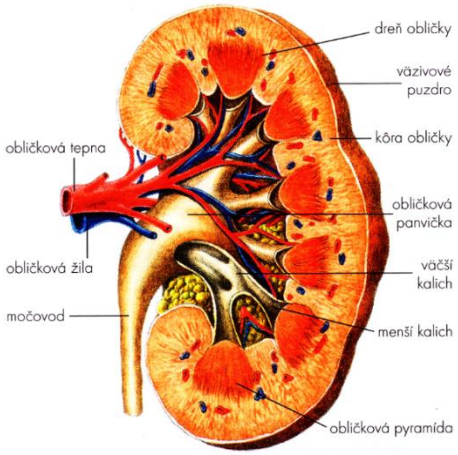
- **Hltan:** je svalová trubica, ktorá slúži ako spoločná cesta pre dýchací aj tráviaci systém. Spája nosovú a ústnu dutinu s hltanom a pažerákom, čím uľahčuje prechod vzduchu, potravy a tekutín. Hltan sa delí na tri oblasti: nosohltan (nie je súčasťou tráviacej sústavy), ústna časť (*orofarynx*) a hrtanová časť (*laryngofarynx*), pričom každá má odlišné anatomické znaky.
- **Pažerák**: je svalová rúra, ktorá je dlhá asi 25-28cm a ústi do žalúdka. Prvé dve tretiny pažeráka sú tvorené priečne pruhovaným svalstvom a posledná hladkým. Posúvaniu potravy pomáhajú peristaltické pohyby.
- **Žalúdok:** je svalnatý, dutý orgán v tvare J, ktorý slúži na skladovanie potravy, mechanické trávenie a chemické spracovanie. Je zodpovedný za mechanické rozkladanie potravy a jej miešanie so žalúdočnými šťavami za vzniku *chýmusu* (trávenina). Žalúdok je rozdelený do štyroch hlavných oblastí: vstup do žalúdka (*cardia*), dno žalúdka (*fundus*), telo žalúdka (*corpus*) a vrátnik (*pylorus*). Má vysoko elastickú štruktúru, ktorá mu umožňuje rozťahovať sa a prispôsobiť sa potrave a tekutinám. Keď je žalúdok prázdny, jeho svaly sa rytmicky sťahujú a vytvárajú peristaltické pohyby, ktoré posúvajú zvyšky potravy, tekutín a plynov tráviacim traktom. Tieto pohyby spôsobujú typický „škŕkavý“ zvuk v bruchu, nazývaný borborygmus. Žalúdok vylučuje žalúdočnú šťavu, ktorá rozkladá potravu (chemické trávenie). Jej obsah tvorí:
    - *Kyselina chlorovodíková (HCl):* znižuje pH žalúdka na 1,5 – 3), čím vytvára kyslé prostredie, ktoré denaturuje bielkoviny (rozpad ich priestorovej štruktúry),

vďaka čomu sú ľahšie stráviteľné. Aktivuje pepsinogén na pepsín, enzým, ktorý trávi bielkoviny. HCl tiež ničí patogény, ktoré boli skonzumované s potravou.
    - *Pepsín:* je vylučovaný ako neaktívny prekurzor (pepsinogén) a aktivovaný HCl. Štiepi bielkoviny na menšie peptidy. V žalúdku dojčiat zráža mlieko enzým *chymozín.* Na trávenie bielkovín slúži aj enzým katepsín, ktorý pripravuje bielkoviny na štiepenie pepsínom.
    - *Žalúdková lipáza:* pomáha pri trávení triglyceridov na voľné mastné kyseliny a monoglyceridy.
    - *Mucín:* hlienovitá látka, ktorá chráni sliznicu žalúdka pred HCl a tráviacimi enzýmami.
- **Tenké črevo**: je dlhý (3-5m), špirálovitý rúrkovitý orgán, ktorý spája žalúdok s hrubým črevom. Je to primárne miesto pre trávenie a vstrebávanie živín. Tenké črevo sa delí na tri segmenty: *dvanástnik* (vyúsťuje sem podžalúdková žľaza a pečeň), *lačník* a *bedrovník*, pričom každý z nich sa špecializuje na iné aspekty trávenia a príjmu živín. Jeho vnútorný povrch je zvrásnený klkami a mikroklkami, čo zväčšuje povrchovú plochu pre efektívne vstrebávanie živín. Medzi klkmi sú žliazky, ktoré produkujú črevnú šťavu.
- **Pečeň:** najväčšia žľaza v ľudskom tele (u mužov 1,5kg, u žien 1,2kg), ktorá sa nachádza na pravej strane. Zastáva mnoho rôznych funkcií od metabolizmu cez trávenie až po krvný obeh. Má výborné regeneračné schopnosti. Aj po odstránení veľkej časti pečene dokáže zregenerovať a vytvorí nové pečeňové tkanivo (podobne ako chvost jašterice). Na regeneráciu do pôvodnej veľkosti potrebuje pečeň len 25 % pôvodného tkaniva. Tvar novej regenerovanej pečene však nebude rovnaký a nemusí fungovať tak dobre ako pôvodná pečeň. V jej bunkách sa tvorí žlč (za deň asi 1l), ktorá sa hromadí v žlčníku. Hlavnými zložkami žlče sú:
    - soli žlčových kyslín – znižujú povrchové napätie, a tak rozptyľujú tuky na jemné kvapôčky (emulziu). Tento proces sa nazýva **emulgácia tukov**. Tým sa uľahčuje pôsobenie enzýmov, ktoré trávia tuky.
    - žlčové farbivá – produkt rozkladu hemoglobínu.
    - hlien, cholesterol, minerálne látky a voda
- **Hrubé črevo:** má len asi štvrtinu dĺžky tenkého čreva, jeho priemer je však trikrát väčší ako priemer tenkého čreva (5-7cm). V hrubom čreve nastáva spätné vstrebávanie vody a minerálnych látok. Hrubé črevo obsahuje aj baktérie, ktoré pomáhajú pri trávení v hrubom čreve. Tieto baktérie sa často nazývajú *mikroflóra*. Prvá časť je slepé črevo, z ktorého vyrastá dlhý, červovitý prívesok. Ďalšia časť je vzostupný, priečny a zostupný úsek. Ukončené je **konečníkom, z priečne pruhovaného svalstva.**

**Vylučovacia sústava**

Vylučovacia sústava je zodpovedná za filtrovanie krvi, reguláciu rovnováhy tekutín a elektrolytov a odstraňovanie odpadových produktov prostredníctvom tvorby a vylučovaním moču. Pozostáva z párových obličiek a močovodov, močového mechúra a močovej rúry. Systém je anatomicky a funkčne rozdelený na **horné močové cesty** (obličky a močovody) a **dolné močové cesty** (močový mechúr a močová rúra). Močový systém úzko spolupracuje s kardiovaskulárnym a endokrinným systémom na udržaní homeostázy, vrátane regulácie krvného tlaku, rovnováhy pH a erytropoézy.

- **Obličky**: pre život človeka sú nevyhnutné. Ide o párový orgán v tvare fazule, ktoré sa nachádzajú na oboch stranách chrbtice medzi stavcami T12 a L3. Pravá oblička je zvyčajne umiestnená o niečo nižšie kvôli polohe pečene. Každá oblička je obalená tukovým tkanivom a rozoznávame dve vrstvy – **kôru a dreň**. Kôra je na povrchu pokrytá pevným väzivovým puzdrom a obsahuje asi milión **nefrónov** (základná stavebná jednotka vylučovacej sústavy). Dreň je tvorená 8-18 pyramídovými útvarmi (obličkové ihlany). Na ich vrchole sú obličkové kalichy, ktorých úlohou je zbierať moč, ktorý sa vytvára v nefrónoch. Kalichy vyúsťujú do *obličkovej panvičky*, z ktorej vystupuje močovod. Moč zdravého človeka obsahuje iba stopy bielkovín a len výnimočne dočasne môže obsahovať cukry. Množstvo moču, ktoré vytvoria obličky za jednotku času, sa nazýva diuréza. Žltú farbu moču spôsobuje odpadová chemická látka, ktorá vzniká pri rozpade červených krviniek. Farbu však dokážu ovplyvniť aj niektoré skonzumované potraviny (napr. červená repa alebo špargľa). Vylučovanie je riadené nervovou sústavou a hormónmi.




**Obr.163** Rez obličkou (https://encyklopediapoznania.sk/clanok/6423/oblicky-ren)

- **Močovody**: sú párové svalové trubice, ktoré prenášajú moč z obličkovej panvičky do močového mechúra. Každý močovod meria približne 25 – 30 cm na dĺžku. Cez ich steny prechádzajú peristaltické vlny s frekvenciou 5 sťahov za minútu. Tzn., že moč do močového mechúra nevteká pasívne, ale je vtláčaný.
- **Močový mechúr:** je dutý, rozťažný svalový orgán, ktorý uchováva moč až do močenia. Keď je prázdny, nachádza sa v pravej panve a keď je plný, vystupuje do brušnej dutiny. U mužov sa nachádza pred konečníkom a nad prostatou a u žien sa nachádza pred vagínou a pod maternicou. Jeho objem je asi 500ml. Už pri naplnení 150 ml sa objavuje potreba na močenie. Na jeho dne začína močová rúra.

**Nervová sústava**

Slúži ako komunikačná sieť tela, ktorá vysiela a prijíma signály regulujúce všetky telesné funkcie. Toto komplexné pole nervových vlákien, špecializovaných buniek a orgánov nám umožňuje interagovať s prostredím, vnímať vnemy a dokonca sa zapájať do zložitých kognitívnych úloh. Nervová sústava človeka sa delí na dve funkčné časti:

1. **ústredná (centrálna) nervová sústava (CNS**) – miecha a mozog – tieto časti sú zodpovedné za spracovanie a koordináciu senzorických a motorických informácií. Slúži ako riadiace centrum tela a riadi všetko od vedomých myšlienok až po mimovoľné telesné funkcie. CNS sa skladá z neurónov a gliových buniek, ktoré prenášajú a spracovávajú informácie prostredníctvom elektrických a chemických signálov.
2. **obvodová (periférna) nervová sústava (PNS**) – mozgovo-miechové a vegetatívne nervy

Základnou jednotkou nervovej sústavy je neurón (pozri bližšie nervové tkanivo, str.135).

**Mozog**

Mozog je najväčšou časťou mozgu a je rozdelený na dve hemisféry (ľavú a pravú). Je zodpovedný za spracovanie senzorických informácií, iniciovanie motorických funkcií a podporu funkcií vyššej úrovne, ako je uvažovanie a pamäť. Povrch mozgu je pokrytý mozgovou kôrou, vrstvou sivej hmoty zloženej z tiel neurónových buniek. Má hmotnosť asi 1400g a skladá sa z predĺženej miechy, mozočka, stredného mozgu, medzimozgu a predného mozgu:

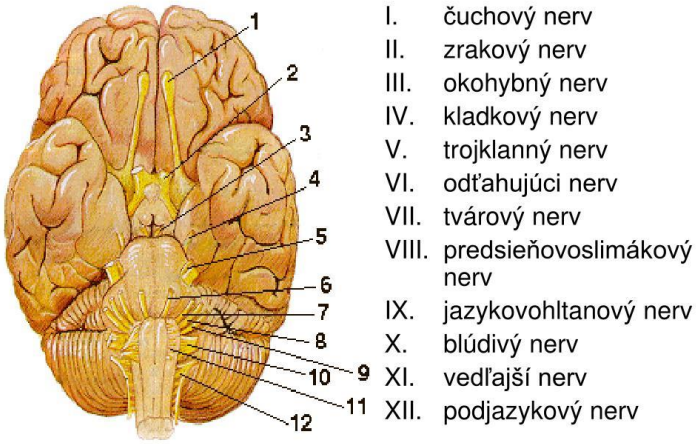
- **Predĺžená miecha**: Miecha je predĺžením centrálneho nervového systému (CNS), ktoré vedie od mozgového kmeňa cez chrbticu a slúži ako hlavný kanál informácií medzi mozgom a telom. Je zodpovedná za prenos senzorických aj motorických informácií. Bielou hmotou predĺženej miechy prechádzajú vzostupné aj zostupné nervové dráhy. V sivej hmote sú jadrá, v ktorých začínajú alebo končia vlákna hlavových nervov. V jadrách predĺženej miechy sú centrá pre obživné reflexy (sanie, hltanie, slinenie) a obranné reflexy (kýchanie, kašľanie, zvracanie, slzenie, žmurkanie) a pre riadiace dôležité funkcie (dýchanie, srdcová činnosť a krvný tlak).
- **Mozoček:** nachádza sa pod tylovým lalokom v zadnej časti mozgu. Skladá sa z dvoch hemisfér a hrá dôležitú úlohu pri koordinácii pohybu, rovnováhy a držania tela. Jeho povrch pokrýva kôra. Biela hmota je vo vnútri a rozvetvuje sa do sivej hmoty, kde vytvára charakteristický útvar v tvare rozkonáreného stromu, tzv. *strom života*. V kôre mozočka sú typické veľké neuróny, tzv. Purkyněho bunky, ktoré zohrávajú kľúčovú úlohu v regulácií vedomých pohybov.
- **Stredný mozog**: je krátky oddiel mozgového kmeňa. Je umiestnený medzi Varolovým mostom a pologuľami mozočka. Cez stredný mozog prechádza Sylviov kanál, ktorý spája III. a IV. mozgovú komoru. V hornej časti stredného mozgu sú dva páry hrbolčekov, ktoré nazývame štvorhrbolie (v prednom páre končí časť vláken zrakového nervu a v zadnom sú nižšie sluchové centrá).
- **Medzimozog:** nachádza sa medzi predným mozgom a mozgovým kmeňom a pozostáva zo štruktúr *lôžko* (talamus – prenáša senzorické a motorické signály do mozgovej kôry a *podlôžko* (hypotalamus – reguluje autonómne a endokrinné funkcie vrátane hladu, smädu a telesnej teploty).
- **Predný mozog:** označovaný aj ako koncový mozog je najväčšou časťou mozgu. Tvoria ho dve mozgové hemisféry, ktoré sú oddelené hlbokým zárezom. V pravej aj ľavej hemisfére sú postranné mozgové komory, spojené s III. mozgovou komorou v medzimozgu. Hemisféry sú prepojené nervovými vláknami – svorové teleso. Mozgové hemisféry sú tvorené sivou hmotou, ktorá tvorí mozgovú kôru a bielou hmotou, ktorá

je uložená pod kôrou. Mozgovú kôru pokrývajú neuróny v hrúbke 2–5 mm, ktoré vytvárajú obrovské množstvo nervových spojení. Mozgová kôra je najvyšším riadiacim centrom ľudského tela. Je poprehýbaná do mnohých závitov a na povrchu je zvrásnená.

**Obvodová (periférna) nervová sústava (PNS)**

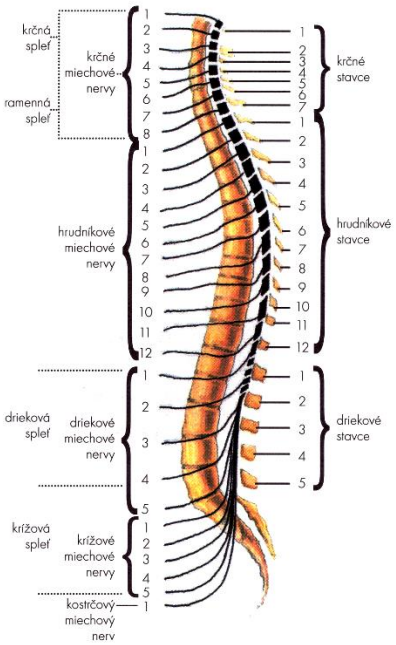
Periférne nervy sú tvorené z nervových vláken. V jednom nerve môže byť až tisíc nervových vláken, ktoré sú navzájom oddelené väzivom. Väzivovým obalom je pokrytý aj povrch nervu. Nervy, ktoré vystupujú z mozgu, označujeme ako **mozgové nervy** a nervy vystupujúce z miechy ako **miechové nervy**.

A) *Mozgové nervy* – z mozgu vystupuje 12 párov mozgových nervov, ktorých číslovanie je pevne dané (tzn. že napr. 7. hlavový nerv je vždy tvárový nerv, 10. hlavový nerv je vždy blúdivý nerv, a pod. )




**Obr. 164** Mozgové nervy (https://www.slideserve.com/chenoa/hlavov-nervy)

B) *Miechové nervy* – z miechy vystupuje 31 párov miechových nervov. Podľa toho, z ktorého oddielu chrbtice vystupujú, rozoznávame krčné nervy (je ich 8 párov a inervujú svaly hornej končatiny, hlavy a krku), hrudníkové nervy (12 párov a inervujú medzirebrové svaly, kožu, svaly chrbta a hrudník) a driekové nervy (5 párov, inervujú svaly a kožu brucha, stehna a kožu pohlavných orgánov), krížové nervy (5 párov a inervujú svaly a kožu dolnej končatiny a sedacie svaly) a kostrčový nerv (1 nerv napájajúci sa na krížové nervy).




**Obr.165** Miechové nervy (https://encyklopediapoznania.sk/clanok/6461/miecha-miechove-nervy)

**Vegetatívne nervy**

Vegetatívne alebo aj autonómne nervy motoricky inervujú hladké svaly, v stenách vnútorných orgánov, ciev a vývodov žliaz. Vegetatívne nervy vychádzajú z CNS spolu s mozgovými a miechovými nervami, ale sa od nich oddeľujú a tvoria samostatné nervy. Vegetatívnu nervovú sústavu tvoria dva funkčné celky:

- *Sympatikus* – jeho vlákna vychádzajú z hrudníkovej a driekovej časti miechy. Vo vláknach sympatika sa uplatňuje ako mediátor **noradrenalín**.
- *Parasympatikus* – jeho vlákna vychádzajú z mozgového kmeňa a krížového oddielu miechy. Vo vláknach parasympatika sa uplatňuje ako mediátor **acetylcholín**.

**Sústava zmyslových orgánov**

Predstavuje sieť senzorických nervov a tkanív, ktoré umožňujú telu prijímať informácie o svojom okolí. Zahŕňajú orgány, tkanivá a bunky, ktoré prijímajú podnety z prostredia a posielajú tieto informácie do mozgu na spracovanie. Označujú sa receptory. **Receptory** sú špecializované neuróny v koži, očiach, ušiach, nose, jazyku a iných častiach tela, ktoré premieňajú vonkajšie podnety (zrak, zvuk, čuch, chuť a hmat) na signály, ktoré sa prostredníctvom nervov posielajú do mozgu. Nervy prenášajú tieto signály do vyšších senzorických centier v centrálnom nervovom systéme, kde sa interpretujú. Po interpretácii senzorických signálov CNS určí stav tkaniva a tela, čo následne ovplyvňuje, aký druh odpovede vyšle späť do týchto tkanív. Napríklad, keď je vonku zima, telesnou reakciou sú zimomriavky na koži.

Podľa pôvodu podnetov rozoznávame receptory:

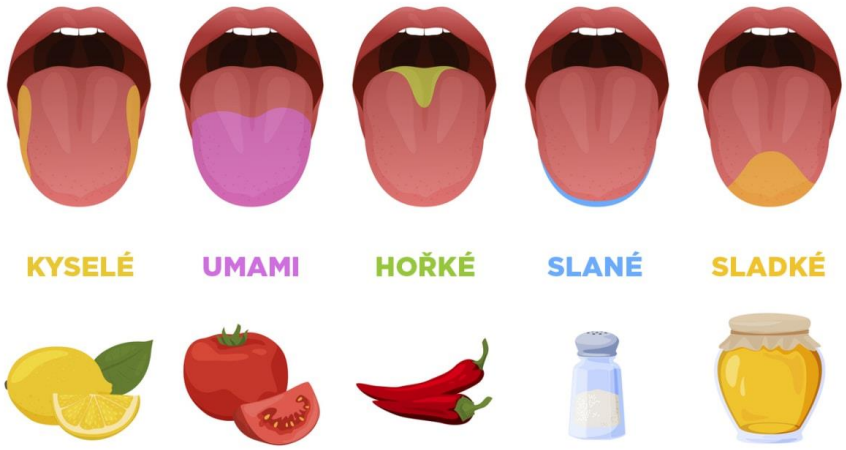
- **exteroreceptory** – patria sem kožné receptory a vlastné zmyslové orgány, ktoré prijímajú rôzne podnety z vonkajšieho prostredia;
- **interoreceptory** – nachádzajú sa vo vnútorných orgánoch a sú citlivé na zmeny vnútorného prostredia (pH, pomer $O_2$ k $CO_2$, osmotický tlak atď.);
- **proprioreceptory** – nachádzajú sa vo svaloch a šľachách a informujú o polohe tela v priestore.

**Čuch**

Čuchový zmysel človeka je na rozdiel od iných zvierat pomerne slabý a z hľadiska prežitia málo významný. Význam čuchu pre človeka je pri tvorbe podmienene reflexného vylučovania tráviacich štiav a v obranných reakciách organizmu na dráždivé a škodlivé látky v ovzduší. Človek dokáže rozoznať asi 10 000 pachov. Podnetom pre čuch sú prchavé látky vo vdychovanom vzduchu. Samotným receptorom čuchu sú **čuchové bunky** v hornej časti nosovej dutiny na ploche veľkej asi ako poštová známka. Čuchové bunky sú vo svojej podstate neuróny.

**Chuť**

Chuťovými receptormi sú **chuťové poháriky**. Na povrchu sú pokryté sliznicou vytvárajúcu jazykové bradavky. Podnetom pre ne sú chemické látky rozpustené vo vode a slinách. Najviac chuťových pohárikov je v sliznici jazyka, ale nachádzajú sa aj v sliznici mäkkého podnebia a v hltane. Chuť má význam pri reflexnom vylučovaní tráviacich štiav, najmä slín a žalúdkovej a pankreatickej šťavy. Chuťové poháriky odpovedajú na 5 druhov chemických látok, takže rozoznávajú 5 chutí, a to sladkú, horkú, kyslú, slanú a umami.




**Obr. 166** Chute na jazyku človeka (https://fresh.iprima.cz/magazin/novinky/co-je-umami-jedna-z-peti-zakladnich-chuti-kterou-milujeme-ze-vsech-nejvic)

**Receptory v koži**

V strednej vrstve kože (*zamši*) sú receptory, ktoré reagujú na dotyk (tlak), chlad, teplo a bolesť. Keď ich podráždime, vznikajú kombinované pocity, ako je napr. vnímanie hladkosti, drsnosti, suchosti a pod.

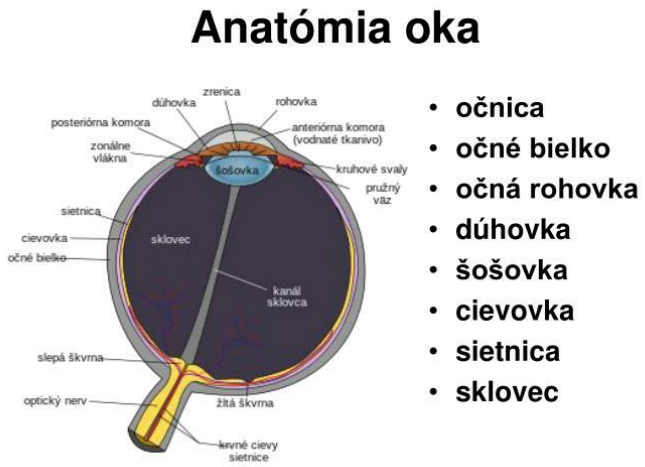
- **Dotyk (tlak**): zabezpečujú ho tlakové receptory, ktoré sú podráždené deformáciou kože v mieste, kde sú uložené. V koži je ich asi 500-tisíc a sú rozložené nerovnomerne. Najviac ich je v bruškách prstov.
- **Teplo a chlad**: teplo vnímame Ruffiniho telieskami, ktorých je v koži asi 30-tisíc a chlad Krausovými telieskami, ktorých je asi 250-tisíc. Podnetom na vyvolanie pocitu chladu alebo tepla je teplotný rozdiel medzi teplotou predmetu/vzduchu a teplotou tela. Predmety s rovnakou teplotou, ako je teplota tela, teplotne nevnímame. Najviac týchto receptorov je koži tváre a na chrbte ruky, najmenej v koži chrbta.
- **Bolesť**: predstavuje signál, ktorý má pre organizmus veľký význam, pretože oznamuje poruchu nejakej funkcie. Môže ju vyvolať chemický, tlakový, chladový alebo iný podnet. Bolesť vnímame voľnými nervovými zakončeniami.

**Zrak**

Podnetom pre zrakový receptor je **svetelné** (elektromagnetické) **vlnenie** v rozsahu vlnových dĺžok 400–700 nm (viditeľné svetlo). Svetelné lúče prechádzajú najprv zložitou optickou sústavou zrakového orgánu – oka.

<u>Stena očnej gule sa skladá z 3 vrstiev</u>:

- vonkajší väzivový obal – bielko, rohovka;
- stredný cievnatý obal – cievovka, vráskovec, dúhovka;
- vnútorná vrstva – sietnica.




**Obr. 167** Stavba oka (https://www.slideserve.com/kenyon-anthony/oko)

**Bielko** je vonkajší väzivový obal oka. V prednej časti prechádza do priehľadnej rohovky. Tento tvar jej dodáva tekutina, ktorá vypĺňa priestor za rohovkou.

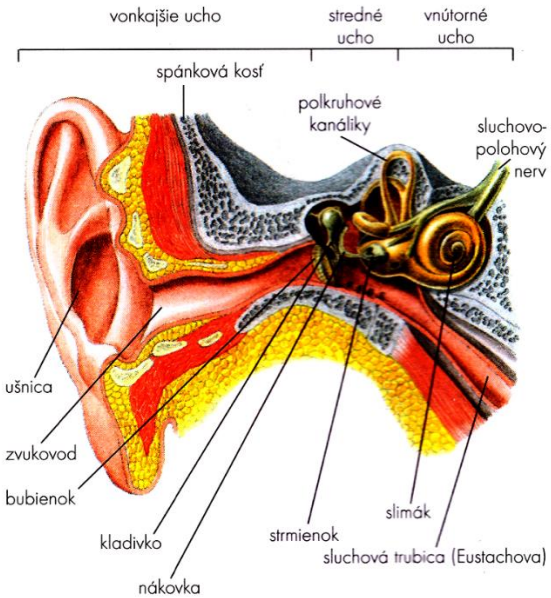
**Cievovka** je stredná vrstva oka, cez ktorú prechádza mnoho krvných ciev a obsahuje pigmentové bunky. Pigment zabraňuje spätnému odrazu svetelných lúčov. Vpredu z nej vystupuje dúhovka v strede s otvorom – zrenica, ktorá sa mení podľa intenzity svetla (zrenicový reflex). Za dúhovkou vystupuje z cievovky vráskavcové teleso, čo je hladký akomodačný sval, v ktorom je šošovka. Tento sval mení zakrivenie šošovky, a tým jej ohniskovú vzdialenosť. Šošovka je schopná akomodácie, teda meniť ohniskovú vzdialenosť.

**Sietnica** tvorí vnútornú vrstvu očnej gule. Pokrýva ju epitel s bunkami – tyčinkami, ktoré sú citlivejšie na svetlo, dôležité pri videní za šera a čapíkmi, ktoré sú nevyhnutné pre farebné videnie. Miestom najostrejšieho videnia je ústredná jamka sietnice – **žltá škvrna**, v ktorej sú husto nahromadené len čapíky. Miesto, kde vstupuje do oka zrakový nerv (a s ním cievy) je slepá škvrna. Je to miesto, kde nie sú žiadne svetlocitlivé bunky. Zrakové informácie vedú zrakové nervy do záhlavového laloka mozgovej kôry.

**Sluch**

Zvuk predstavuje mechanické vlnenie čiastočiek vzduchu. Receptory, ktoré to vnímajú, zaraďujeme k mechanoreceptorom. Človek dokáže počuť vo frekvencii od 16-20 000 Hz. Pre človeka má sluch veľmi veľký význam nielen na vnímanie zvukov, ale aj na priestorovú orientáciu. Orgánom sluchu je ucho. Jeho základnými časťami sú:

- **vonkajšie ucho** – ušnica (elastická chrupka), vonkajší zvukovod;
- **stredné ucho** – bubienková dutina, Eustachova trubica, sluchové kostičky (kladivko, nákovka, strmienok);
- **vnútorné ucho** – slimák (sluchový orgán), labyrint (polohový orgán).




**Obr. 168** Stavba ucha (https://encyklopediapoznania.sk/clanok/6390/ucho)

**Reprodukčná sústava**

Reprodukčná sústava je súbor orgánov a štruktúr, ktoré slúžia na reprodukciu, čo je jeden z najzákladnejších procesov pre zachovanie druhov. Tento systém sa vyznačuje významnými rozdielmi medzi mužmi a ženami, pričom každý je vybavený špecializovanými orgánmi určenými na vykonávanie rodovo špecifických úloh v reprodukčnom procese.

*Ženská reprodukčná sústava*

Tvoria ju **vnútorné a vonkajšie pohlavné orgány**, ktorých úlohou je zabezpečiť tvorbu pohlavných buniek (vajíčok) a pohlavných hormónov. Medzi vnútorné pohlavné orgány zaraďujeme vaječníky, vajíčkovody, maternica a pošva. K vonkajším patria malé a veľké pysky ohanbia.

- **Vaječníky**: primárne reprodukčné orgány, ktoré produkujú vajíčka a hormóny ako estrogén a progesterón. Ich činnosť je cyklická. V kôrovej vrstve vaječníkov sa už pri narodení dievčaťa nachádza asi 700 000 nezrelých vajíčok (folikulov). Ich počet sa postupne zmenšuje a do nástupu puberty ich zostáva asi 300 000. S nástupom puberty dozrievajú vajíčka približne v 28 dňových cykloch, čo nazývame ovariálny (ovulačný) cyklus.
- **Vajíčkovod**: párový orgán spájajúci vaječníky s maternicou, ktorý zabezpečuje prechod vajíčka do maternice. Tiež je to miesto, kde nastáva oplodnenie. Pohybom svalov a drobných riasiniek sa vajíčko posúva do maternice.
- **Maternica**: svalový orgán hruškovitého tvaru, kde sa oplodnené vajíčko uhniezdi a rastie počas tehotenstva. Maternicu tvorí *telo, dno a krčok* (ústi do pošvy). Stenu maternice tvoria 3 vrstvy:
    - vnútorná vrstva (*endometrium*) – sliznica, ktorá sa cyklicky pripravuje na prijatie oplodneného vajíčka. Prechádza pravidelnými zmenami, cieľom ktorých je pripraviť vhodné podmienky na prijatie oplodneného vajíčka. Tieto cyklické zmeny nazývame *menštruačný cyklus*
    - stredná vrstva (*myometrium*) – tvorená hladkou svalovinou
    - vonkajšia vrstva (*parametrium*) – väzivová
- **Pošva**: svalová trubica vedúca z vonkajších genitálií do krčka maternice. V pošve je kyslé pH.
- **Malé pysky ohanbia**: sliznicové riasy, ktoré ohraničujú vchod do pošvy. V sliznici sú predsieňové žľazy (Barholiniho), ktoré zvlhčujú vchod do pošvy.
- **Veľké pysky ohanbia**: kožné záhyby podložené tukovým tkanivom.

*Mužská reprodukčná sústava*

Tvoria ju **vonkajšie a vnútorné pohlavné orgány**, ktorých úlohou je produkovať mužské pohlavné bunky (spermie) a hormóny. Zároveň umožňuje realizáciu pohlavného styku.

Medzi vnútorné pohlavné orgány zaraďujeme semenníky, nadsemenníky, semenovody, predstojnica a močová rúra. K vonkajším patrí pohlavný úd a miešok.

- **Semenníky**: primárne reprodukčné orgány, ktoré produkujú spermie a testosterón. Ide o párový orgán, ktorý je uložený mimo tela, resp. brušnej dutiny, v miešku. Toto uloženie je veľmi dôležité, pretože je v nich o 4°C nižšia teplota ako teplota tela (dôležité pre správny priebeh spermatogenézy). Vo vnútri semenníkov sú stočené semenotvorné kanáliky, v ktorých prebieha spermatogenéza. Spermatogenéza začína v puberte a prebieha prakticky celý život. Spermia má hlavičku (genetický materiál), krček (energeticky bohaté látky zabezpečujúce pohyb spermie) a bičík (slúži na pohyb). Rýchlosť pohybu spermie je približne 5mm/min.
- **Nadsemenníky**: špirálová trubica, kde dozrievajú a „uskladňujú" sa spermie.
- **Semenovody**: trubica, ktorá prenáša zrelé spermie z nadsemenníka do ejakulačného kanálika počas ejakulácie.
- **Predstojnica**: produkuje tekutinu, ktorá vyživuje a transportuje spermie.
- **Miešok**: kožný vak, v ktorom sú uložené semenníky.
- **Pohlavný úd:** orgán používaný na pohlavné rozmnožovanie a močenie. Skladá sa z koreňa, tela a žaluďa (koncová časť prekrytá kožou – predkožka). Jeho vnútro tvorí jedno párové a jedno nepárové dutinkaté teleso. Dutinkaté telesá tvorí tkanivo hubovitej štruktúry s bohatým krvným zásobením. Pri pohlavnom vzrušení sa zvýši prívod krvi do penisu, dutinky sa naplnia krvou a nastane erekcia – vzpriamenie penisu.

**Rastlinné orgány**

Rovnako ako živočíchy a človek, aj rastliny obsahujú bunky s organelami, v ktorých prebiehajú špecifické metabolické aktivity. Na rozdiel od živočíchov však rastliny využívajú energiu zo slnečného žiarenia na tvorbu cukrov počas fotosyntézy. Okrem toho majú rastlinné bunky bunkové steny, plastidy a veľkú centrálnu vakuolu: štruktúry, ktoré sa v živočíšnych bunkách nenachádzajú. Každá z týchto bunkových štruktúr hrá špecifickú úlohu v štruktúre a funkcii rastlín. U rastlín tvoria podobné bunky, ktoré spolupracujú, **pletivo**. Cievnaté rastliny majú dva odlišné orgánové systémy: *vegetatívnych* (nereprodukčných) častí rastliny, ako sú listy, stonky, výhonky a korene a *generatívnych* (reprodukčných) častí rastliny, ktoré zahŕňajú kvety, semená a plody.

**Koreň** je zvyčajne podzemný orgán, ktorý <u>plní rôzne funkcie</u>:

- Mechanickú: upevňuje rastlinu v pôde;
- Vyživovaciu: čerpá z pôdy vodné roztoky anorganických látok;
- Metabolickú: chemicky upravuje minerálne látky a vytvára rastové stimulátory;
- Zásobnú: v základnom pletive koreňa si rastlina ukladá zásobné látky;
- Rozmnožovaciu: podieľa sa na vegetatívnom rozmnožovaní niektorých rastlín.

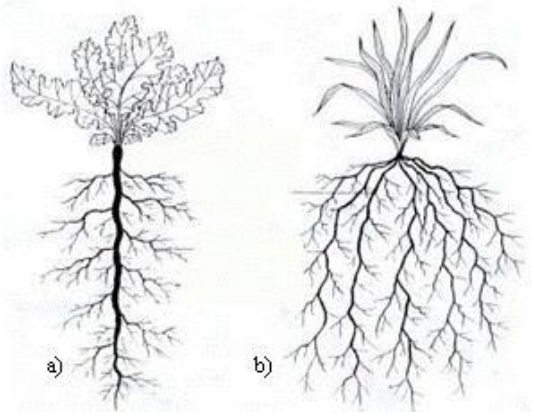
Rozkonárením koreňa vzniká **koreňová sústava**. Hlavný koreň a bočné korene tvoria **primárnu** koreňovú sústavu. V blízkosti koreňového **vrcholu** vyrastajú koreňové **vlásky**. Sú to tenkostenné, dlhé, úzke, valcovité vychlípeniny pokožkových buniek, pokryté slizom. Rastlina nimi prijíma živiny. Ich životnosť je krátka a sú nahrádzané novými. Koreňový vrchol chráni **koreňová čiapočka**, ktorá slizovatením svojich buniek uľahčuje prenikanie koreňa do pôdy.

Cez jej stred prechádza stĺpik, v ktorom je polohový orgán rastliny – presýpací škrob. Ten umožňuje rast koreňa v smere gravitácie.

Koreňová sústava môže byť dvojaká:

**a) Alorízia** – jeden základný najväčší koreň a bočné korene (nahosemenné a krytosemenné dvojklíčnolistové rastliny),

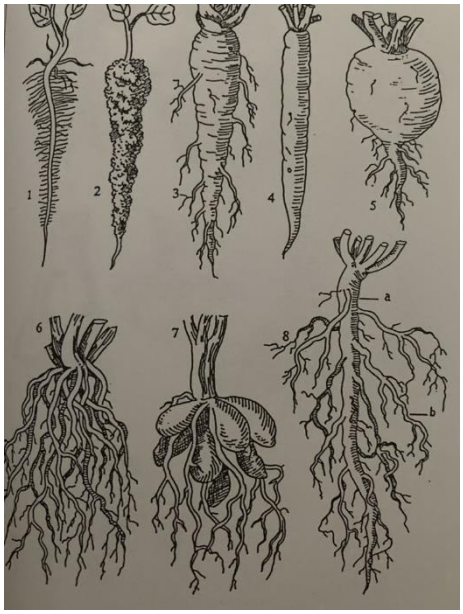
**b) Homorízia** (b) – zakrpatený hlavný koreň, jeho funkciu preberajú bočné korene (jednoklíčnolistové rastliny).




**Obr.169** Koreňová sústava a)alorízia; b)homorízia (https://6gmrs.webnode.sk/news/bio-pletiva/)

Koreň môže mať rôzne tvary. Rozoznávame:

1. Niťový koreň s koreňovými vláskami
2. Niťový koreň s prilipnutou zeminou
3. Vretenovitý koreň (georgína)
4. Valcovitý koreň
5. Repovitý koreň (repa obyčajná)
6. Zväzkovitý koreň
7. Hľuzovitý koreň (vstavačovité)
8. Viachlavový koreň a) hlavný koreň, b)bočný koreň




**Obr. 170** Typy koreňov (podľa Velgosovej a Velgosa, 1988)

Metamorfózy koreňa vznikajú vtedy, keď je koreň prispôsobený na vykonávanie inej funkcie, než na akú bol určený. Príklady metamorfózy koreňov:

- **barlovité korene** – upevňujú rastlinu v sypkej alebo bahnitej pôde (mangrovníky);

- **dýchacie korene** – u druhov žijúcich v močiaroch vyčnievajú nad povrch a umožňujú dýchanie (tisovec dvojradový);
- **prísavky (haustóriá)** – umožňujú parazitickým rastlinám vysávať živiny z cievnych zväzkov hostiteľskej rastliny (imelo biele);
- **koreňové hľuzy** – napr. georgína;
- **symbiotické korene** – rastliny z čeľade bôbovitých majú na koreni množstvo drobných hľuziek, v ktorých žijú symbiotické baktérie;
- **vzdušné korene** – umožňujú prijímanie vzdušnej vlhkosti (tropické liany, izbové rastliny – Monstera).

**Stonka** je zvyčajne nadzemná časť rastliny, na ktorej vyrastajú listy a rozmnožovacie orgány. Označuje sa aj ako nadzemná časť koreňa. Má funkcie:

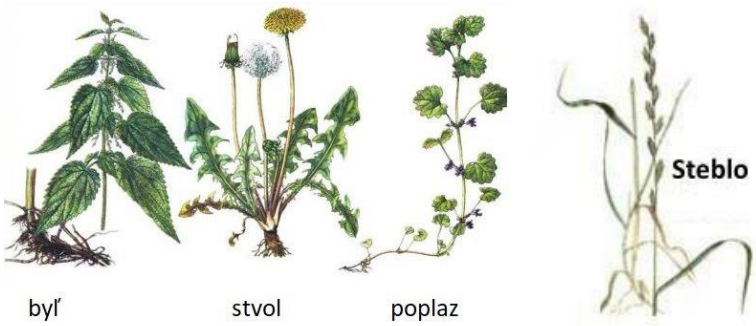
- **vodivú**: spája vyživovacie orgány, koreň a listy, rozvádza vodu s anorganickými látkami z koreňa do listov a naopak, ako aj vodu s organickými látkami z listov smerom do ostatných častí rastliny;
- **mechanickú**: spevňuje rastlinu;
- **zásobnú**: slúži na uskladnenie zásobných látok.

Na rozdiel od koreňa, stonka nerastie len tesne za vrcholom. Na stonke pozorujeme niekoľko predlžovacích pásiem označovaných ako **články (internódy),** oddelených od seba úsekmi so spomaleným rastom – **uzlami (nódy).** Z uzlov vyrastajú listy.

Podľa stavby stonky rozoznávame **dreviny** a **byliny**.

**Byliny** majú šťavnatú nezdrevnatenú stonku, ktorá sa môže označovať ako:

- **byľ** – po celej dĺžke olistená stonka, ktorá sa často rozkonáruje;
- **stvol** – stonka s prízemnou listovou ružicou, je bezlistá a ďalej sa nerozkonáruje, na vrchole je kvet alebo súkvetie;
- **steblo** – listnatá dutá stonka rozdelená kolienkami na články;
- **poplaz** – nadzemná stonka plaziaca sa po povrchu pôdy;
- **podzemok** – prízemná alebo podzemná prezimujúca časť stonky, zvyčajne so zvyškami starých listov.



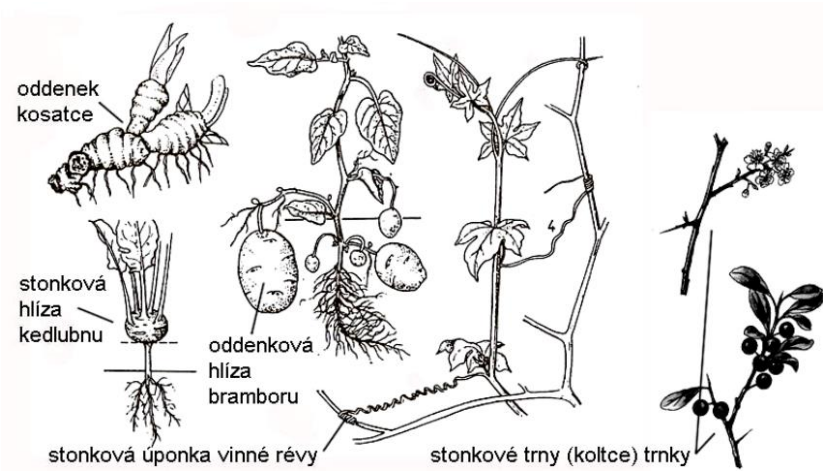

**Obr.171** Typy bylinných stoniek (https://www.slideserve.com/dareh/rastliny)

**Dreviny** majú stonku, ktorej vnútorné pletivá drevnatejú:

- **strom** – má kmeň a rozkonárenú korunu;
- **ker** – rozkonáruje sa hneď nad zemou;
- **poloker** – rozkonáruje sa ako ker, ale v hornej časti má bylinné konáriky (šalvia).

Stonka tak isto môže vytvárať metamorfózy, podobne ako koreň. Príklady metamorfózy stonky:

- brachyblasty – bočné, zakrpatené konáriky drevín, z ktorých vyrastajú listy (borovica) alebo kvety (jabloň)
- cibuľovité hľuzy – šafran
- podzemok – podzemná stonka, skorocel
- poplazy – jahoda
- stonková hľuza – zemiak, kaleráb
- sukulentná stonka – kaktusy
- úponky – vinič, tekvica
- tŕne – trnka




**Obr. 172** Metamorfózy stonky (https://www.slideserve.com/major/rostlinn-org-ny)

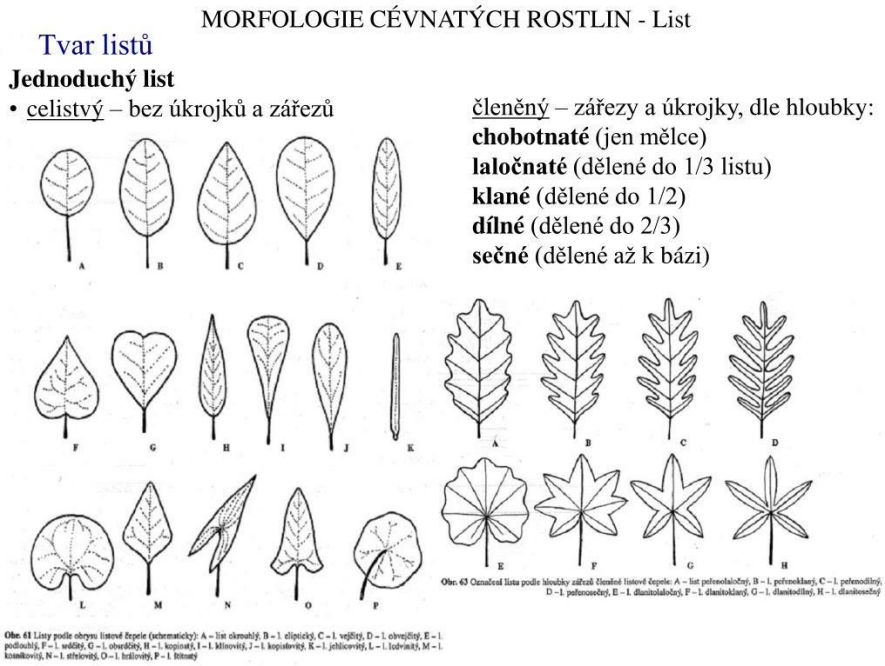
**List** je orgán výživy, v ktorom prebieha fotosyntéza, odparovanie vody a výmena plynov ($CO_2$,$O_2$) medzi rastlinou a prostredím. Je tvorený stopkou a čepeľou.

Podľa usporiadania pletív poznáme:

- *monofaciálny list* – na vrchnej aj spodnej strane čepele má rovnaké usporiadanie pletív (nerozoznávame rub a líce);
- *bifaciálny list* – usporiadanie pletív na vrchnej strane čepele je iné, ako na spodnej (rozoznávame rub a líce).

Podľa členitosti čepele rozoznávame:

- jednoduché listy s celistvou čepeľou, napr. topoľ
- zložené listy s čepeľou rozdelenou na 3 alebo viac častí, napr. pagaštan, agát.



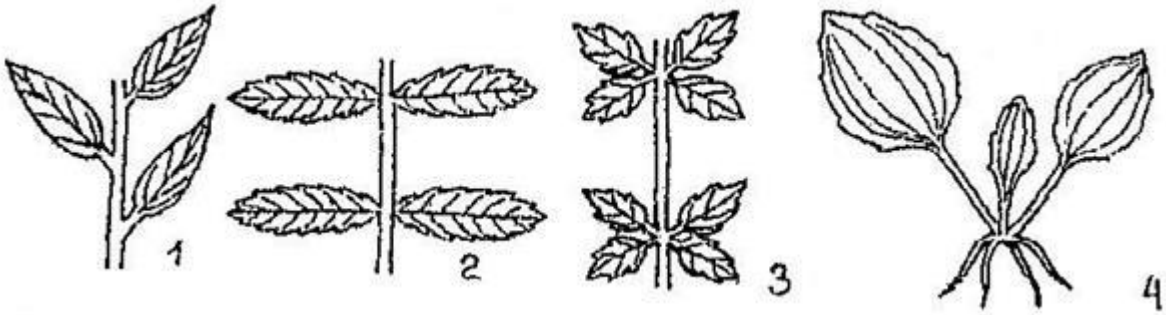

**Obr. 173** Tvar listov (https://www.slideserve.com/xerxes/morfologie-rostlin-praktikum-3-list)

Na priečnom priereze listu rozoznávame vrchnú ***pokožku*** (epidermis) s kutikulou, pod ktorou je vrstva buniek s veľkým obsahom chloroplastov (palisádový parenchým). V tejto časti prebieha fotosyntéza. Nižšie uložená je vrstva hubovitého (špongiovitého) parenchýmu. Ním prechádzajú aj cievne zväzky. Zdola list ohraničuje spodná pokožka. V pokožke sú **prieduchy**, u jednoklíčnolistových rastlín na hornej aj spodnej strane, u dvojklíčnolistových len na spodnej strane listu.

**Obr. 174** Stavba listu (http://www.biologie.jecool.net/2018/12/vegetativni-organy/)

Listy na stonke vyrastajú z uzlov. Ak z jedného uzla vyrastá jeden list, ide o **striedavé** postavenie listov. Ak vyrastajú z uzla 2 listy, tak ide o **protistojné** postavenie. Ak sú po sebe

nasledujúce dvojice listov otočené o 90°, tak hovoríme o **krížmoprotistojné** postavenie. Ak z uzla vyrastajú 3 alebo viac listov, ide o **praslenovité** postavenie.



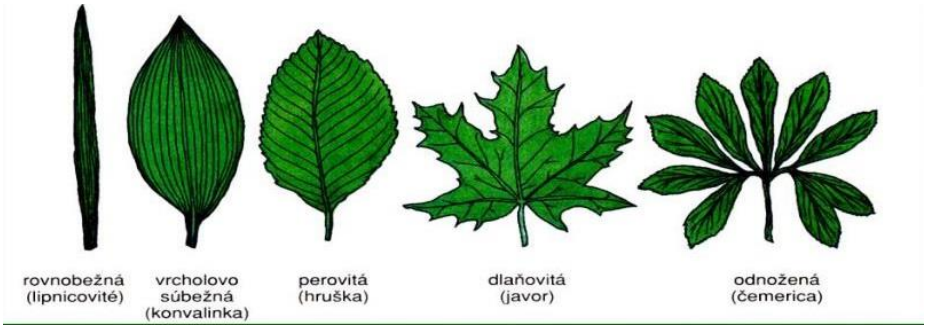

**Obr. 175** Postavenie listov na stonke: 1 – striedavé, 2 – protiľahlé, 3 – krížmoprotistojné, 4 – praslednovité (https://poznayka.org/s61836t1.html)

Metamofózy listov:

- listencový obal – napr. na šúľku kukurice
- listencové tŕne – kaktusy
- listové úponky – hrach
- šupiny chrániace púčiky.

Cievne zväzky vyzerajú na povrchu listov ako žily, ktoré sa označujú ako **žilnatina**. Podľa priebehu žíl rozoznávame tieto **typy listovej žilnatiny**:

1. rovnobežná – charakteristická pre jednoklíčnolistové
2. perovitá – od hlavnej žily vybiehajú na boky žily bočné
3. dlaňovitá – žily sa od listovej stopky rozbiehajú lúčovite




**Obr. 176** Typy žilnatiny listov (https://www.slideserve.com/theodore-estes/list-fylom)

Podľa rozčlenenia listovej čepele rozoznávame listy:

A. **jednoduché listy** – so súvislou listovou čepeľou

A1) jednoduché nedelené resp. celistvé

A2) jednoduché delené

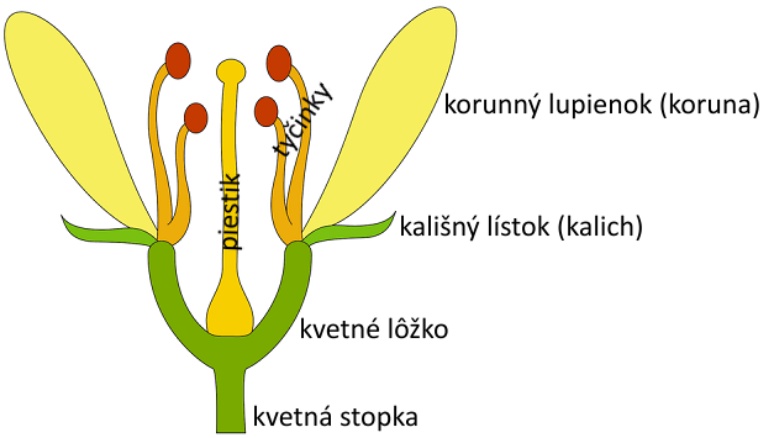
B. **zložené listy** – časti rozdelenej čepele, čiže lístky, spolu nesúvisia priamo

B1) dlaňovito zložené, ktoré podľa počtu lístkov sú dlaňovito 3-, 5-, 7- až mnohopočetné

B2) perovito zložené, ktorých lístky tvoria jarmá. Ak je vrchol perovitého listu zakončený jedným lístkom, hovoríme o nepárnom perovito zloženom liste, ak je zakončený párom lístkov, hovoríme o párnom perovito zloženom liste.

**Obr.177** Zložené listy (https://biopedia.sk/rastliny/rastlinne-organy)

**Kvet** je spolu so semenami a plodmi rozmnožovacím (reprodukčným) orgánom rastliny. Je tvorený z **kvetných obalov** a **vlastných reprodukčných orgánov (tyčinky a piestiky)** uložených na kvetnom lôžku. Jeho úlohou je tvorba pohlavných buniek. Kvetné obaly majú ochrannú a propagačnú funkciu (lákajú opeľovače). Ak nie sú farebne a tvarovo odlíšené, označuje ich ako **okvetie** (napr. tulipán). Väčšina rastlín však vytvára kvetné obaly rozlíšené na **kališné listy,** ktoré sú zväčša zelené, a na pestrofarebné **korunné lupienky** (napr. ruža). Niektoré rastliny nevytvárajú vôbec kvetné obaly (napr. vŕba).

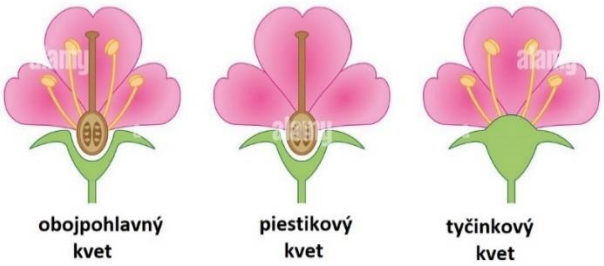



**Obr.178** Stavba (kvetu https://ekoclovek.sk/takto-zistite-ci-vam-zamrzli-ceresne/600px-bluete-schema1/)

Medzi reprodukčné orgány zaraďujeme tyčinky (samčie) a piestiky (samičie). Ak sú na jednom kvete prítomné reprodukčné orgány, hovoríme o **obojpohlavnom kvete** (napr. jabloň, čerešňa).

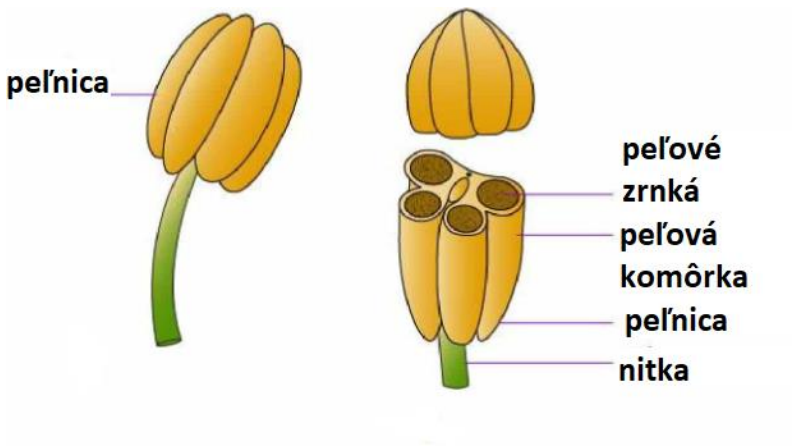
Ak sa v kvete nachádza len jeden druh, ide o **jednopohlavný kvet** (napr. kukurica). Okrem toho u jednopohlavných kvetoch môže ísť o:

- *jednodomé rastliny* – na jednej rastline sú súčasne jednopohlavné tyčinkové a jednopohlavné piestikové kvety;
- *dvojdomé rastliny* – na jednej rastline sú len tyčinkové kvety a na inej rastline sú piestikové.




**Obr.179** Typy kvetov (https://www.alamy.com/stock-photo/bisexual-flowers.html?sortBy=relevant)

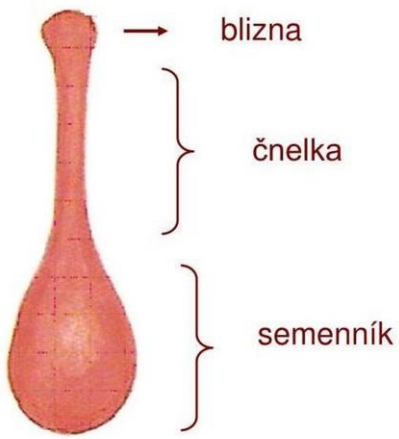
**Tyčinka** je samčí rozmnožovací organ krytosemenných rastlín. Skladá sa z **peľnice a nitky.** Peľnica obsahuje dva peľové vačky, z ktorých každý má dve peľové komôrky (výtrusnice) vyplnené peľotvorným pletivom. Toto prechádza redukčným delením (meióza), výsledkom čoho je vznik peľových zrniek. **Peľové zrnko** má na povrchu dvojitý obal, pričom vonkajšia stavba môže byť veľmi rozmanitá – podľa nej možno rozlíšiť peľové zrnká jednotlivých druhov. V zrelom peľovom zrnku sú 2 bunky. Jedna je vyživovacia (vegetatívna) a druhá je rozmnožovacia (generatívna). Pri dozrievaní peľu stráca peľnica vodu, schne až napokon praskne a peľové zrnká sa uvoľnia.




**Obr. 180 Tyčinka** (https://www.icserankers.com/2021/01/icse-solutions-for-ch4-the-flower-selina-class9-biology.html)

**Piestik** reprezentuje samičí reprodukčný orgán. Vznikol zvinutím plodolistu alebo zrastením viacerých plodolistov. Vajíčka, ktoré boli uložene na tomto plodoliste sa tak dostali dovnútra piestika. Piestik sa člení na **semenník, čnelku a bliznu**. V dutom semenníku sú uložené vajíčka,

čnelka je stredná rúrkovitá časť a na blizne sa zachytáva peľové zrnko – je lepkavá, prípadne vybavená chĺpkami, čo jej umožňuje zachytiť peľové zrná.

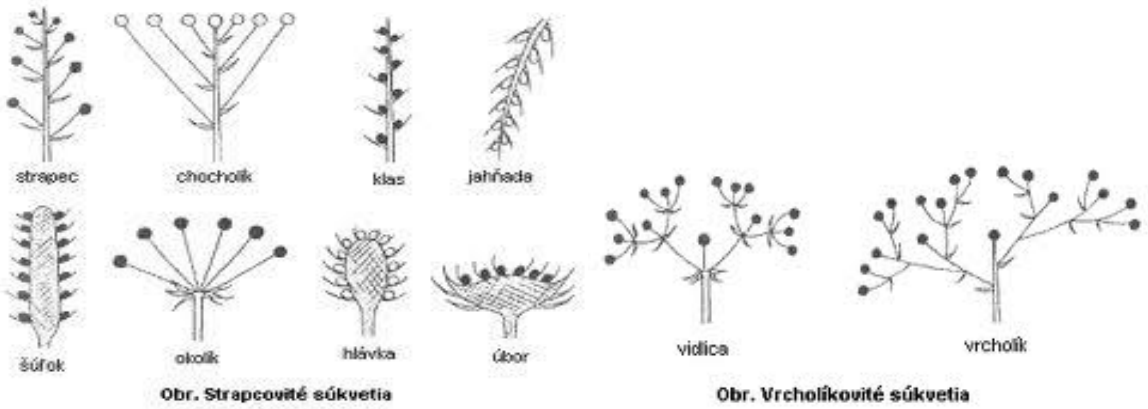



**Obr. 181** Piestik (https://en.ppt-online.org/913814)

Vajíčka v semenníku (môže byť len 1) sa vyvíjajú z delivého pletiva plodolistu, ktoré sa označuje ako placenta. Vajíčko je k nej pripojené vajíčkovou šnúrou. Na vrchnej časti vajíčka sa nachádza otvor, tzv. **peľový vchod**, cez ktorý vniká do vajíčka peľové vrecúško. Nezrelé vajíčko je tvorené vo vnútri jednobunkovým zárodočným mieškom. Následne prechádza delením, výsledkom ktorého je mnohobunkový zárodočný miešok. Pri peľovom vchode má samičiu pohlavnú bunku (vajcová bunka – *oosféra*), ktorá je obklopená 2 pomocnými bunkami.

**Súkvetie** – väčšina rastlín nesie viac ako 1 kvet. V tomto prípade potom hovoríme o súkvetí. Podľa polohy hlavnej stonky súkvetia vzhľadom na bočné stonky, rozoznávame:

- *strapcovité* – dcérske stonky neprevyšujú materskú stonku. Kvety rozkvitajú v smere zdola nahor, v prípade plošných súkvetí (napr. úbor) v smere z okrajov do stredu.
- *vrcholíkovité* – materská stonka je skrátená a dcérske stonky ju prerastú. Kvety rozkvitajú zhora nadol a pri plošných súkvetiach v smere zo stredu k okraju.




**Obr. 182** Typy súkvetí (https://www.slideserve.com/allegra-moses/kvet-flos)

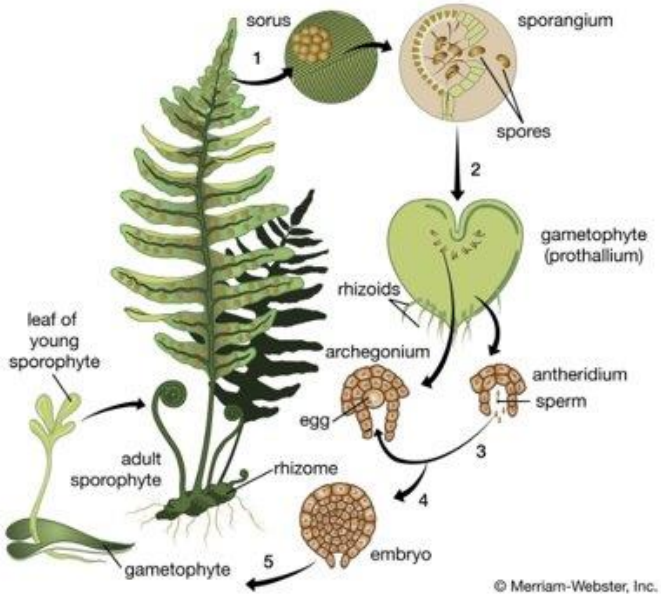
**Plod** sa po oplodnení vyvíja z časti kvetu, po oplodnení z piestika. Jeho hlavnou funkciou je výživa semien v čase ich dozrievania. Plody, ktoré vznikajú premenou piestika, označujeme ako **pravé plody.** Plod môže však vzniknúť aj z iných častí kvetu, napr. z kvetného lôžka. V tom prípade hovoríme o **nepravom plode.**

Z oplodneného vajíčka vzniká **semeno** a premenou semenníka (piestika) **oplodie**. Pri vzniku plodu môže semenník uschnúť alebo zdužnatieť. Podľa toho rozoznávame dve skupiny plodov:

- **suché plody** – struk (hrach), šešuľa (horčica), šešuľka (chren), tobolka (mak), mechúrik (iskerníkovité), nažka (slnečnica), oriešok (lieska), zrno (pšenica);
- **dužinaté plody** – kôstkovica (čerešňa), bobuľa (rajčiak, hrozno), malvica (jabl,oň).

**Rozmnožovanie rastlín**

Rastliny sa môžu rozmnožovať **pohlavne** alebo **nepohlavne**. Nižšie rastliny (napr. machy) sú charakteristické striedaním nepohlavne a pohlavne sa rozmnožujúcej generácie. Tento typ rozmnožovania sa označuje termínom **rodozmena** (metagenéza).




**Obr. 183** Rodozmena (https://www.britannica.com/science/alternation-of-generations)

**Pri nepohlavnom** (vegetatívnom) rozmnožovaní vzniká nový jedinec z jedného z rodičov (mitotickým delením), s ktorým je geneticky totožný. Rozoznávame:

- *Bunkové delenie*: je typické pre sinice a jednobunkové riasy.
- *Fragmentácia (rozdelenie) stielky*: je typické pre niektoré mnohobunkové riasy.
- *Tvorba výtrusov (sporogónia)*: je typická pre výtrusné rastliny. Výtrusy sú nepohlavné rozmnožovacie bunky, ktoré sa tvoria vo výtrusniciach.
- Špecializované rozmnožovacie útvary: sú typické pre viaceré semenné rastliny. Môže ísť napr. o:

- hľuzy pre zemiak, georgínu;
- podzemky pre prasličku, konvalinku;
- odrezky z listov pre muškát;
- rozmnožovacie cibuľky pre cesnak, cibuľa, tulipán.

**Pohlavné** rozmnožovanie sa vyskytuje pri vyšších rastlinách častejšie ako nepohlavné. Pri pohlavnom rozmnožovaní sa nová rastlina vzniká **splynutím 2 gamét** (samčej gaméty spermatozoidu so samičou gamétou – vajcovou bunkou). Nová rastlina dedí svoje vlastnosti po oboch rodičoch, pričom sa svojimi dedičnými vlastnosťami nezhoduje s rodičovskými rastlinami.

**Opelenie a oplodnenie**

Opelenie je prenos peľových zŕn zo samčej peľnice kvetu na samičiu bliznu. Tento proces môže prebiehať samoopelením alebo krížovým opelením:

**Samoopelenie:** Dochádza k nemu, keď sa peľ z peľnice usadí na blizne toho istého kvetu alebo iného kvetu na tej istej rastline. Samoopelenie je bežné u rastlín, ktoré majú kvety, ktoré sa neotvárajú alebo nie sú obzvlášť nápadné, ako sú napr. arašidy a hrach.

**Cudzoopelenie**: Dochádza k nemu, keď sa peľ prenesie z peľnice jedného kvetu na bliznu iného kvetu na inej rastline toho istého druhu. Vietor, voda a živočíchy (včely, vtáky, mravce, netopiere atď.) bežne uľahčujú tento typ opelenia. Tento proces podporuje genetickú rozmanitosť medzi rastlinami. Rozoznávame opelenie:

- **Vetrom (anemofília):** U anemofilných rastlín sú kvety zvyčajne malé, nenápadné a produkujú veľké množstvo peľu, ktorý je ľahko prenášaný vetrom. Napr. tráva, kukurica, pšenica.
- **Vodou (hydrofília):** Hydrofilné rastliny sú zvyčajne vodné, s kvetmi, ktoré uvoľňujú peľ priamo na hladinu vody. Peľ pláva na hladine vody a je unášaný vodnými prúdmi, kým nenarazí na vhodnú bliznu. Napr. morská tráva a niektoré druhy rias.
- **Hmyzom (entomofília**): Najbežnejší typ opeľovania, pri ktorom hmyz (napr. včely, osy, motýle a chrobáky) prenáša peľ, keď sa pohybuje z kvetu na kvet, aby zbieral nektár. Tieto kvety sú často pestrofarebné a majú silnú vôňu, ktorá priťahuje hmyz.
- **Vtákmi (ornitofilia**): U ornitofilných rastlín slúžia ako prenášače peľu vtáky (napr. kolibríky). Tieto kvety sú často farebné (najmä červené), ale zvyčajne nemajú silnú vôňu, pretože vtáky majú bystrý zrak, ale slabý čuch.
- **Netopiermi (chiropterofília**): Netopiere opeľujú určité druhy kvetov. Netopiere navštevujú kvety kvôli nektáru, peľu alebo plodom. Tieto kvety sa zvyčajne otvárajú v noci, sú veľké a často majú silnú ovocnú alebo fermentovanú vôňu, aby prilákali netopiere.
- **Cicavcami (zoofília**): Niektoré cicavce (napr. opice, lemury) pomáhajú v procese opeľovania. Sú lákané plodmi alebo nektárom kvetov.

**Oplodnenie** a opelenie sú 2 rôzne procesy. Oplodnenie nastáva vtedy, ak splynie peľové zrnko s vajcovou bunkou. Opelenie rastliny ešte neznamená, že nastalo oplodnenie.

**Výživa rastlín**

Rastliny sú jediné živé organizmy, ktoré si dokážu samé vytvoriť organické látky z anorganických v procese zvanom fotosyntéza. Na túto premenu je potrebná svetelná energia, preto sa označuje aj ako ***fotoautotrofia*** alebo fotosyntetická asimilácia (fotosyntéza). Zelené rastliny dokážu pomocou fotosyntetických farbív (chlorofyl) premeniť energiu svetla na energiu chemických väzieb. Na produkty fotosyntézy sú odkázané všetky heterotrofné organizmy. Rovnako aj kyslík prítomný v atmosfére je tiež produktom tohto procesu.

Chemický **priebeh fotosyntézy** možno zapísať sumárnou rovnicou:

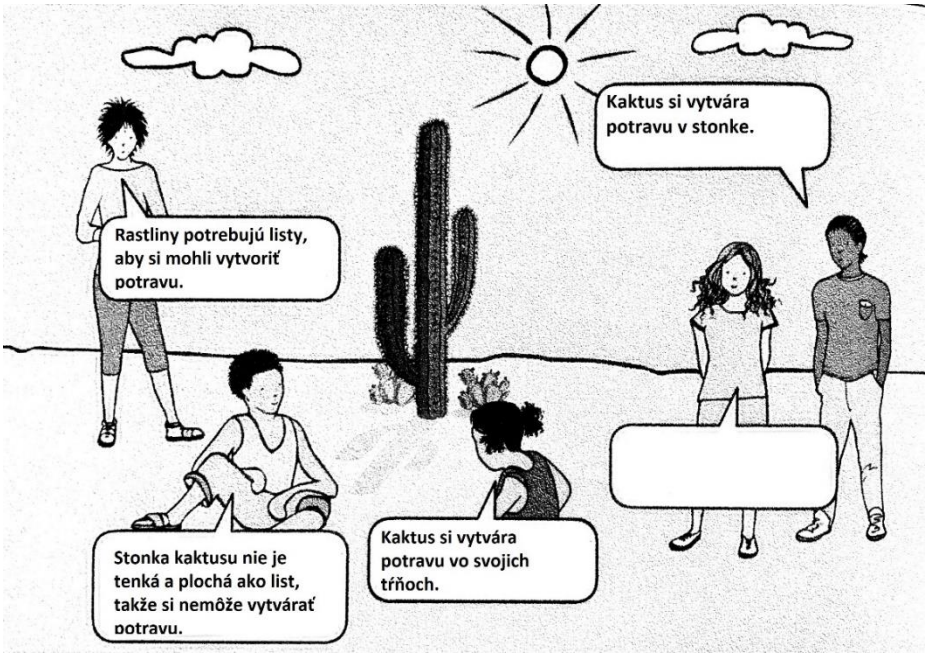
$6CO_2 + 12H_2O + 2830\ kJ + chlorofyl \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$

Chemizmus fotosyntézy možno rozdeliť na **primárne** a **sekundárne** procesy fotosyntézy.

*Primárne procesy* fotosyntézy vyžadujú prítomnosť svetla, preto bývajú označované ako fotochemická fáza. Ich podstatou je premena žiarivej energie na energiu chemických väzieb. Počas primárnych procesov prebieha fotofosforylácia (je absorpcia fotónov chlorofylom a transport elektrónov spojený s tvorbou fosforečných zlúčenín bohatých na energiu) a fotolýza vody.

*Sekundárne procesy* nevyžadujú prítomnosť svetla, a preto sú označované ako tmavá alebo termochemická fáza fotosyntézy. Počas týchto procesov dochádza k fixácii $CO_2$ a vzniku sacharidov.

Vo väčšine rastlín prebieha fotosyntéza v listoch. Čo ale také kaktusy, ktoré nemajú listy, ale tŕne? Čo si myslíte o výrokoch v nasledujúcom obrázku? Prikloňte sa k výroku/výrokom, s ktorými súhlasíte a svoju voľbu vysvetlite.

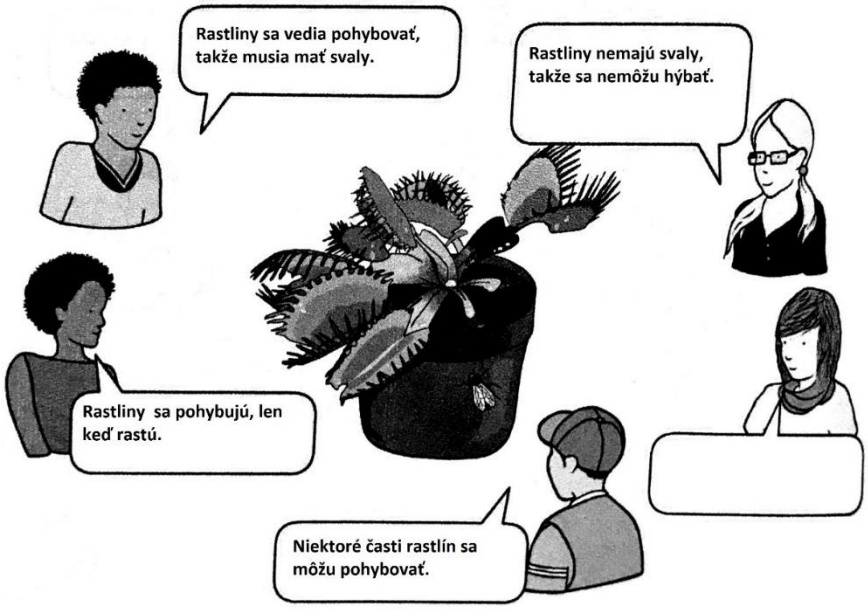



**Obr.184** Concept cartoons© Ako si vytvárajú potravu kaktusy? (Naylor a kol., 2021)

Kaktusy sa prispôsobili životu v prostredí, v ktorom žijú, t.j. v suchom a horúcom. Normálne listy by v takomto prostredí stratili transpiráciou veľa vody a tak by rastlina uhynula. Väčšine kaktusov sa vyvinuli namiesto listov tŕne, ktoré poskytujú ochranu pred bylinožravcami. Tŕne nemajú schopnosť fotosyntézy, ale nedostatok tenkých, plochých listov znižuje jeho povrch a tým pádom sa znemožňuje strata vody. Keďže nemajú listy, vyvinuli sa im zväčšené stonky s bunkami, ktoré dokážu fotosyntetizovať. Avšak tento proces v stonke nie je tak efektívny ako v listoch. Z toho dôvodu kaktusy rastú veľmi pomaly (Naylor a kol., 2021).

**Pohyby rastlín**

Pohyb je jedným zo základných prejavov života. Zvyčajne si pohyb spájame so živočíchmi, ale môžu sa pohybovať aj rastliny? Prezrite si nasledujúci obrázok a popremýšľajte, s ktorým výrokom/výrokmi súhlasíte a prečo.




**Obr. 185** Concept cartoons© Pohybujú sa rastliny? (Naylor a kol., 2021)

Rastliny vykazujú pozoruhodnú schopnosť pohybovať sa a reagovať na svoje prostredie, čo je jav, ktorý si mnohí často nevšimnú. Od ohýbania sa smerom k slnečnému žiareniu až po reakciu na gravitáciu. Rastliny predvádzajú rozmanitú škálu pohybov, ktoré slúžia kľúčovým funkciám pre ich rast a prežitie. Rastliny nemajú svaly, ale mnohé z nich majú však časti, ktoré sa pohybujú. Veľmi dobrým príkladom je mucholapka, mäsožravá rastlina, ktorej pohyb je viditeľný – pri podráždení chĺpkov hmyzom sa „pasce“ zatvoria (Naylor a kol., 2021).

<u>Pohyby rastlín</u> sa delia na:

- **Fyzikálne pohyby** – pohyb v odumretých pletivách, podstatou ktorých sú fyzikálne zmeny. Poznáme napr. hygroskopické pohyby, s ktorými sa stretávame napr. u šišiek ihličnanov, ktoré sú za vlhka zatvorené a za sucha otvorené. Princíp pohybu spočíva v tom, že bunkové steny na vonkajšej strane prijímajú viac vody, a teda aj viac napučiavajú ako bunkové steny na vnútornej strane šupiny. Vtedy sa šiška zatvorí. Keď

šiška schne, vonkajšie časti strácajú vodu rýchlejšie ako vnútorné, výsledkom čoho sa šiška sa otvorí.

- **Vitálne pohyby** – realizujú sa v živých pletivách rastlín. Ide o pohyb z 1 miesta na druhé. Rozoznávame:
    - *lokomócie*: sú pohyby z miesta na miesto. Takto sa pohybujú napr. červenoočká pomocou bičíkov. Zaraďujeme sem:
        - geotaxie – pohyb vyvolaný zemskou príťažlivosťou
        - fototaxie – pohyb vyvolaný svetlom
        - termotaxie – pohyb vyvolaný teplom
        - chemotaxie – pohyb vyvolaný chemickými podnetmi
    - *ohyby*: sú pohyby jednotlivých častí tela. Rozdeľujú sa na:
        - <u>*samovoľné pohyby*</u> – vznikajú len z vnútorných príčin, t.j. bez priameho vplyvu vonkajších podnetov. Sú to napr. rastové pohyby, keď sa stonka rastúcej rastliny otáča okolo svojej osi a kýva. Tieto pohyby spôsobujú zmeny obsahu fytohormónov na stranách rastúcej rastliny.
        - <u>*Vyvolané dráždením (reakčné pohyby*</u>) – vznikajú ako odpoveď na nejaké vonkajšie podráždenie. Podľa toho či podráždenie má nejakú orientáciu, alebo nie, rozlišujeme:

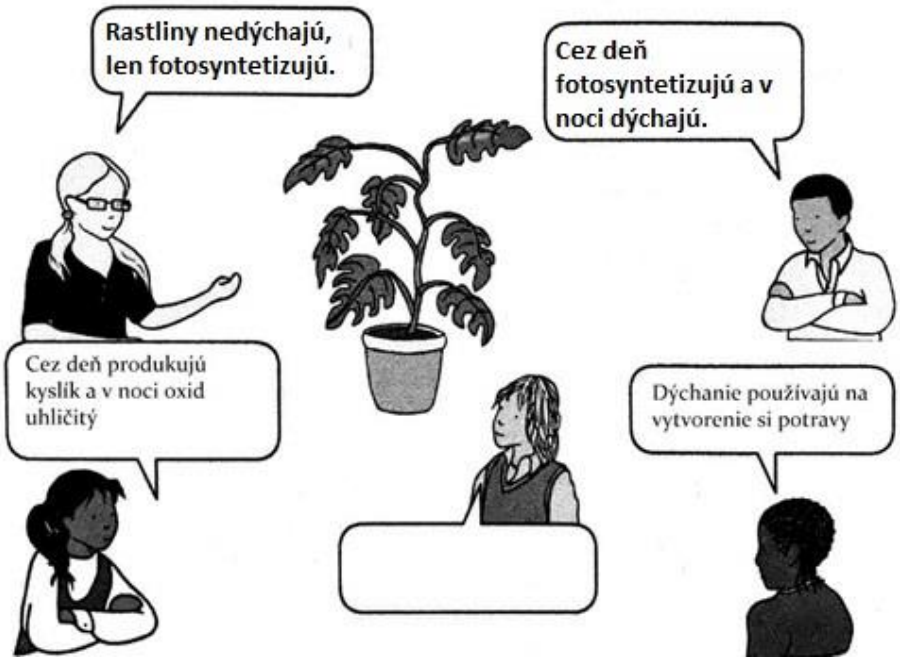
            - **tropizmy** – jednosmerne orientované podráždenie
                - ✓ geotropizmus – ohyb vyvolaný pôsobením gravitačnej sily
                - ✓ fototropizmus – ohyb vyvolaný svetlom
                - ✓ termotropizmus – ohyb vyvolaný teplom
                - ✓ chemotropizmus – ohyb vyvolaný chemickým zložením vonkajšieho prostredia
                - ✓ hydrotropizmus – ohyb vyvolaný vodou
                - ✓ tigmotropizmus – ohyb vyvolaný jednosmerným dotykom s nejakým telesom, napr. popínavé rastliny

            - **nastie** – podráždenie vyvolávajúce ohyb nemá smer, je všestranové, difúzne, čiže nie je orientované:

                - ✓ termonastia – ohyb vyvolaný zmenou teploty
                - ✓ fotonastia – ohyb vyvolaný zmenou intenzity osvetlenia (stmievanie sa)
                - ✓ seizmonastia – ohyb vyvolaný otrasom tela rastliny

**Dýchanie rastlín**

Rovnako ako iné živé organizmy, aj rastliny potrebujú pre svoj život prísun energie. Počas fotosyntézy vytvárajú sacharidy (glukóza alebo škrob), ktoré slúžia ako zdroj energie. Aby mohli túto energiu zo sacharidov využiť, musí sa táto energia z chemických väzieb uvoľniť, t.j. musí rozložiť chemické väzby sacharidov. U živočíchov sa to deje v procese dýchania. Dýchajú však aj rastliny? Prečítajte si nasledujúce výroky a rozhodnite sa, s ktorou postavou súhlasíte a prečo.




**Obr.186** Concept cartoons© Dýchajú rastliny ? (Naylor a kol., 2021).

Keď chce rastlina využiť energiu z organických látok, tak je potrebná prítomnosť kyslíka na oxidáciu atómov uhlíka a vodíka. Ten sa do rastliny dostáva cez celý povrch tela. Keďže dýchanie využíva kyslík, ide aeróbny proces. Konečným produktov dýchania je ATP (energia), $CO_2$ a voda (voda a $CO_2$ sú odvádzané z tela prieduchmi). Počas dňa rastliny fotosyntetizujú a dýchajú, takže súčasne využívajú a produkujú kyslík a oxid uhličitý. Vo všeobecnosti je fotosyntéza počas dňa omnoho rýchlejšia ako proces dýchania, takže rastliny využívajú oxid uhličitý a produkujú kyslík. V noci nemôže fotosyntetizovať, keďže nesvieti Slnko, takže len dýchajú a produkujú oxid uhličitý. Bunky v rastlinách (najmä u drevín) obsahujú veľa uhlíka, ktorý pochádza zo sacharidov, ktoré vznikajú počas fotosyntézy. Oxid uhličitý sa uvoľňuje pri dýchaní rastlín, keď odumierajú a rozkladajú sa, alebo keď ich spálime v ohni. (Naylor a kol., 2021).

<u>Chemicky možno **proces dýchania**</u> sacharidov zapísať sumárnou rovnicou:

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 2820$ kJ

Sacharid + kyslík → oxid uhličitý + voda+ energia

Pomer medzi vydýchaným $CO_2$ a prijatým $O_2$ sa nazýva **respiračný kvocient** (RQ), ktorý nie je stály, ale závisí od stavu rastliny a od vonkajších faktorov.

**Otázky a úlohy:**

1. Vymenujte základné potreby živých organizmov nevyhnutné pre život.
2. Čo je to gutácia?
3. Aký je rozdiel medzi tkanivom a pletivom?
4. Vysvetlite rozdiel medzi vdychovaným a vydychovaným vzduchom.
5. Ozrejmite rozdiel medzi jednodomými a dvojdomými rastlinami.

6. Charakterizujte oplodnenie a opelenie u rastlín.
7. Čo je to rodozmena?
8. Aké je to vegetatívne a generatívne rozmnožovanie rastlín? Uveďte príklady.
9. Ktorá orgánová sústava človeka zabezpečuje filtrovanie krvi a reguláciu rovnováhy tekutín a elektrolytov ?
10. Aká je funkcia pečene v ľudskom tele?

# 8 Ekosystém

**Organizmy vyžadujú prísun energie a materiálov, čím sa stávajú závislé od prostredia a ostatných organizmov alebo s nimi konkurujú**

Potraviny poskytujú organizmom materiály a energiu na vykonávanie základných životných funkcií a na rast. Zelené rastliny a niektoré baktérie sú schopné využívať energiu zo Slnka na vytváranie zložitých molekúl potravín. Živočíchy získavajú energiu rozkladom zložitých molekúl potravín a sú v konečnom dôsledku závislé od zelených rastlín ako zdroja energie. V každom ekosystéme existuje konkurencia medzi druhmi o energetické zdroje a materiály, ktoré potrebujú na život a rozmnožovanie.

Pre deti vo veku 5-7 rokov sa predpokladá rozvoj tejto predstavy do takej miery, že deti chápu, že všetky živé organizmy potrebujú ako zdroj energie potravu, ale aj vzduch, vodu a určité teplotné podmienky.

Žiaci vo veku 7-11 rokov vedia, že rastliny obsahujúce chlorofyl dokážu využiť slnečné svetlo na výrobu potravy, ktorú potrebujú a dokážu si potravu, ktorú okamžite nespotrebujú, uložiť. Živočíchy potrebujú potravu, ktorú dokážu rozložiť, a to buď priamo konzumáciou rastlín (bylinožravce), alebo konzumáciou iných živočíchov (mäsožravce), ktoré sa predtým živili rastlinami alebo inými živočíchmi. Živočíchy sú v konečnom dôsledku pre svoje prežitie závislé od rastlín. Niektoré živočíchy sú závislé od rastlín aj iným spôsobom. Okrem potravy ich potrebujú napríklad na úkryt a v prípade ľudí aj na výrobu oblečenia a palivo. Rastliny sú tiež závislé od živočíchov rôznymi spôsobmi. Napríklad mnohé kvitnúce rastliny sú závislé od hmyzu na opeľovanie a od iných živočíchov na šírenie svojich semien (Harlen, 2015).

**Ekológia a ekosystém**

**Ekológia** je vedný odbor, ktorý skúma vzťahy organizmov k prostrediu, kde žijú a zároveň aj vzťahy medzi organizmami samotnými.

**Ekosystém** je základnou funkčnou jednotkou živej prírody. Je tvorený organickou a anorganickou hmotou. Ide o otvorený systém, čo znamená, že v ňom neustále prebieha výmena energie a látok. Je schopný samoregulácie, obnovy a schopnosti sa vyvíjať v čase. Pozostáva z 2 častí:

- *biocenóza* – spoločenstvo všetkých živých organizmov, ktoré žijú v konkrétnom ekosystéme a vzťahy medzi nimi;
- *biotop* – prostredie, v ktorom biocenóza žije.

Každý organizmus potrebuje pre svoj život **súbor základných podmienok**, ktoré by mu malo poskytnúť prostredie, v ktorom žije. V tomto zmysle rozlišujeme *ekologické minimum* (najmenšia hodnota podmienok, v ktorých organizmus ešte dokáže prežiť) a *ekologické maximum* (maximálne hodnoty, v ktorých dokáže organizmus prežiť). Hodnoty nad uvedenými hranicami predstavujú pre organizmus smrť. To znamená, že najvhodnejšie podmienky pre život organizmu predstavuje stredná hodnota, t.j. **ekologické optimum.**

## Energia pre život

Všetky organizmy potrebujú energiu a živiny. Živiny sú suroviny, ktoré musí organizmus získať z prostredia, aby mohol žiť. Biologické molekuly, ktoré sa nachádzajú v živých organizmoch alebo sú nimi produkované, sú primárne zložené z atómov uhlíka viazaných s inými prvkami a/alebo inými atómami uhlíka. Energia sa používa na riadenie životných procesov a pochádza buď zo svetla, organických molekúl, alebo anorganických molekúl. Všetky živé organizmy potrebujú minimálne zdroj uhlíka na syntézu biologických molekúl a zdroj energie. Zdrojom energie, pre mnohé procesy prebiehajúce na zemskom povrchu, je **slnečné žiarenie.**

Organizmy sa zvyčajne klasifikujú podľa toho, ako získavajú energiu a uhlík:

1. **heterotrofné** – organické látky si nevedia samé vyrobiť, sú odkázané na ich prísun z vonkajšieho prostredia. Živočíchy sú príkladmi konzumentov, pretože konzumujú organický materiál jedením rastlín alebo iných organizmov. Potom používajú proces nazývaný bunkové dýchanie na extrakciu energie z potravy, ktorú konzumujú;
2. **autotrofné** – organické látky vyrábajú z anorganických látok (pozri bližšie výživa rastlín, str.169). Keďže autotrofné organizmy produkujú vlastnú potravu, nazývajú sa producentmi. Rastliny a riasy sú príkladmi producentov, pretože využívajú slnečnú energiu na produkciu sacharidov v procese nazývanom fotosyntéza;
3. **mixotrofné** - kombinovaná výživa, využívajú obidva spôsoby

### Heterotrofné organizmy

Podľa toho, z akého zdroja získavajú rastliny organické látky na stavbu vlastného tela rozoznávame tzv. **saprofytické** (napr. huby) , **parazitické** a **poloparazitické organizmy**. Čím sa živia huby, ktoré zaraďujeme k saprofytom? Prezrite si nasledujúce výroky a uveďte, s ktorým z nich súhlasíte a prečo.

**Obr. 187** Concept cartoons© Čím sa živia huby? (Naylor a kol., 2021)

**Saprofytické** organizmy odoberajú organické látky odumretým telám rastlín a živočíchov, čím ich rozkladajú a mineralizujú na základné látky, ktoré sa dostávajú znovu do kolobehu v prírode. Sem zaraďujeme napr. huby. baktérie, plesne a rastliny, ktoré žijú na úkor odumretých organizmov.

**Huby** nie sú ani rastliny, ani živočíchy. Zaraďujeme sem mikroorganizmy ako napr. plesne a kvasinky a tvoria samostatnú ríšu. Aj keď sa podobajú na rastliny, živia sa odlišným spôsobom. Nie sú schopné fotosyntézy, takže si nedokážu vytvoriť vlastnú potravu. Živiny získavajú z odumretých a rozkladajúcich sa materiálov. Uvoľňujú enzýmy na trávenie odumretého materiálu a potom absorbujú živiny prostredníctvom hýf. Niektoré huby sú parazitické a živia sa inými živými organizmami, vrátane niektorých, ktoré spôsobujú choroby u ľudí. Niektoré huby majú symbiotický vzťah s iným organizmom, ako sú napr. riasy a pomáhajú absorbovať vodu a minerály z pôdy, zatiaľ čo riasa poskytuje hube živiny (lišajník). Huby tiež pomáhajú koreňom rastlín absorbovať minerály z pôdy a na oplátku prijímať živiny (Naylor a kol., 2021).

**Parazitné** organizmy odoberajú živiny živému organizmu, ktorého označujeme ako **hostiteľa**. Do hostiteľskej rastliny vnikajú pomocou premenených koreňov, prísaviek (haustórií). **Haustóriá** vnikajú do lykovej aj drevnej časti cievnych zväzkov hostiteľa, odkiaľ parazit čerpá organické aj anorganické živiny.

<u>Parazity môžeme deliť na:</u>

- *Exoparazity* – sú parazity, ktoré žijú na povrchu tela hostiteľského organizmu – vonkajšie parazity. Často sa vyskytujú u rastlín aj živočíchov, kde buď nasávajú krv (živočíšne parazity, napr. komár, voš, blcha) alebo rastlinné šťavy (rastlinné parazity). Tiež sa môžu živiť živým tkanivom. Sú menej škodlivé v porovnaní s endoparazitmi.
- *Endoparazity* – sú parazity, ktoré žijú vo vnútri tela hostiteľa. Hovoríme im tiež vnútorné parazity. Sú veľmi špecializované a majú mnoho adaptácií. Patrí sem napr. parazit malárie v ľudských červených krvinkách, škrkavky, pásomnice, a pod.

<u>Podľa stupňa parazitizmu</u> sa delia na:

- **Holoprazit** – **úplný parazitizmus**, ktorý nie je schopný existovať bez hostiteľskej rastliny. Parazituje na koreňoch hostiteľských rastlín, bez ktorých nemôže žiť. Nie je schopný fotosyntézy, pretože neobsahuje chlorofyl. Známym predstaviteľom je napr. záraza (na svete sa vyskytuje približne 130 druhov).

**Obr.188** Záraza žltá https://www.flora-cs.com/foto/cz/86419/

- **Hemiparazit** – **tzv. poloparazit,** ktorý od parazitických rastlín líšia najmä tým, že svojimi haustóriami prenikajú len do drevnej časti cievnych zväzkov. Tým rastline odoberajú len anorganické látky, ktoré hostiteľská rastlina prijíma z prostredia. Od parazitov sa odlišujú najmä tým, že organické látky si syntetizujú samé, čiže obsahujú chlorofyl, t.j. sú schopné fotosyntézy. Patrí sem napríklad imelo biele.

**Obr. 189** Imelo biele (https://www.zdravysvet.sk/blog/imelo-biele)

**Autotrofné organizmy**

Autotrofné rastliny prijímajú uhlík na tvorbu organických molekúl z $CO_2$. Organické látky tvoria vo svojom tele z látok anorganických. K premene anorganických látok na organické je potrebná energia. Autotrofné rastliny na túto premenu využívajú ako zdroj energie svetlo, a preto sa tento proces označuje aj fotoautotrofia alebo fotosyntetická asimilácia, čiže fotosyntéza. Zelené rastliny dokážu pomocou fotosyntetických farbív (chlorofyl a iné) transformovať žiarivú energiu svetla na energiu chemických väzieb.

Na produkty fotosyntézy sú odkázané všetky heterotrofné organizmy, kyslík prítomný v atmosfére je tiež produktom tohto jedinečného procesu. Život vo forme, aká existuje na našej planéte je podmienený fotosyntézou (pozri bližšie výživa rastlín, str.169).

**Mixotrofné organizmy**

Mixotrofy sú organizmy, ktoré kombinujú dve vyživovacie stratégie na získavanie energie a uhlíka. Na rozdiel od organizmov, ktoré sa spoliehajú výlučne na slnečné svetlo (autrotrofy) alebo konzumujú iné organizmy (heterotrofy), mixotrofy integrujú obe metódy. Tento dvojitý prístup im umožňuje prispôsobiť sa rôznym podmienkam prostredia. Typickým predstaviteľom sú mäsožravé rastliny, ktoré rôznym spôsobom chytajú a trávia živočíchy, prevažne hmyz. Tieto rastliny žijú na pôdach chudobných na dusík a chytaním živočíšnej potravy si dopĺňajú dusíkový deficit. Môžu však žiť aj celkom autotrofne. Živočíchy chytajú rôznym spôsobom: pomocou lepkavých trichómov (napr. tučnica), do krčiažkov (napr. krčiažniky), aktívnym pohybom (napr. bublinatka).

Mixotrofy sú dôležité v rôznych ekosystémoch, najmä vo vodnom prostredí (napr. Rod nálevníkov *Mesodinium*). Ich dvojaká povaha im umožňuje ovplyvňovať potravinové siete tým, že pôsobia ako producenti aj konzumenti. Táto flexibilita môže viesť k efektívnejšiemu prenosu energie v rámci mikrobiálnych potravinových sietí. Prispievajú tiež k kolobehu živín. Týmto dvojakým spôsobom života dokážu prosperovať v prostrediach, kde sú živiny obmedzené.

**Obr.190** Bublinatka južná (https://www.naturfoto.cz/bublinatka-jizni-fotografie-29407.html)

**Obr. 191** Krčiažnik (https://botany.cz/cs/nepenthes-ampullaria/)

**Živiny**

Aby organizmus mohol rásť, potrebuje získavať materiál, aby sa mohol zväčšiť. Tieto materiály sa niekedy hovorovo označujú ako **potrava**, ktorá pozostáva z dôležitých živín.

Vyššie sme spomínali tri živiny – uhlík, vodík a kyslík. Uvedené nutrienty majú dôležitú úlohu jednak ako zdroj energie, ale aj ako stavebný materiál. Na svoju existenciu potrebujú však organizmy aj ďalšie prvky. Väčšina organizmov sa odlišuje práve spôsobom výživy. Výživa je veľmi dôležitá nielen pre rast a rozmnožovanie organizmov, ale aj pre ekológiu a interakcie s inými organizmami. Výživu organizmov značne ovplyvňuje ich životný štýl, najmä to, či sú autotrofné alebo heterotrofné.

Prvkové zloženie organizmov odráža ich molekulárne zloženie. Približne 98 % hmotnosti akéhokoľvek organizmu tvoria štyri prvky: C, H, O a N. Prítomné sú však aj ďalšie prvky a mnohé z nich sú nevyhnutné pre život.

**Uhlík**

Všetky autotrofné organizmy prijímajú uhlík ako oxid uhličitý buď zo vzduchu, alebo rozpustený vo vode. Heterotrofné organizmy prijímajú uhlík v rôznych biomolekulách: sacharidoch, bielkovinách, lipidoch. Presná zmes zlúčenín závisí od stravovacích preferencií organizmu.

**Vodík**

Autotrofné organizmy prijímajú vodík v molekulách vody a niekedy aj v iných zlúčeninách. Heterotrofné organizmy prijímajú vodík vo vode, sacharidoch, bielkovinách a lipidoch.

**Kyslík**

Kyslík je dôležitý ako vo vodnom, tak aj v suchozemskom prostredí. Suchozemské živočíchy získavajú kyslík zo vzduchu, ktorý dýchajú. Dostupnosť kyslíka však môže byť problémom pre organizmy žijúce vo veľmi vysokých nadmorských výškach, kde je vo vzduchu menej molekúl kyslíka. Kyslík hrá v organizmoch dve úlohy: štrukturálnu úlohu, keďže je súčasťou väčšiny biomolekúl (sacharidy, bielkoviny, nukleové kyseliny), a dynamickú úlohu, keďže je nevyhnutným reaktantom v bunkovom dýchaní, kde sa následne stráca ako voda.

**Zdroje výživy**

Rastliny získavajú väčšinu potrebných živín vrátane vody, dusíka, fosforu a pod. z pôdy cez korene. Jedinou výnimkou je uhlík, ktorý je prijímaný vo forme $CO_2$ zo vzduchu. Získavanie zdrojov u živočíchov funguje trochu inak ako u rastlín. Živočíchy musia všetky nutrienty skonzumovať.

***Delenie živočíchov podľa spôsobu získavania zdrojov energie***

Živočíchy môžeme deliť podľa druhu potravy, ktorú konzumujú:

a. bylinožravce (*Herbivora*)
b. mäsožravce (*Carnivora*)
c. všežravce (*Omnivora*)

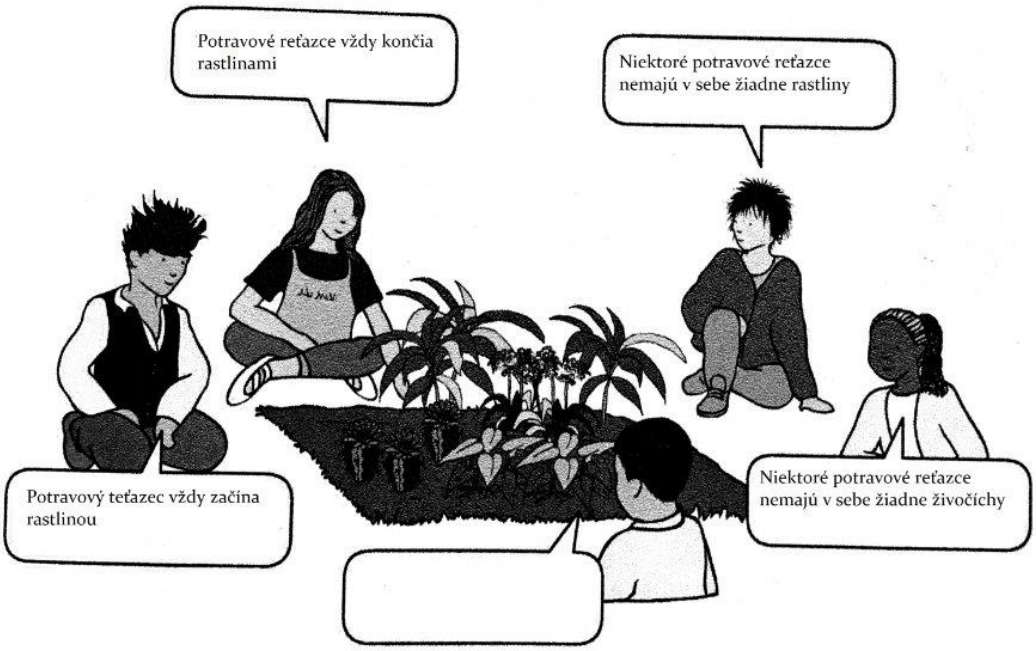
Každý z týchto spôsobov stravovania je spojený s adaptáciami, ktoré zvyšujú účinnosť danej stravovacej „stratégie“. Napríklad bylinožravce majú často v črevách symbiotické baktérie a obzvlášť dlhé črevné trakty, aby rozložili celulózu nachádzajúcu sa v bunkových stenách rastlín. Mäsožravce majú navyše širokú škálu adaptácií na detekciu, chytanie a konzumáciu koristi.

Asi najznámejšou stratégiou na získavanie potravy je **predácia**, pri ktorej živočíchy používajú nenápadnosť alebo aktívny lov na konzumáciu iných živočíchov. Tieto živočíchy majú špeciálne adaptácie na hľadanie, chytenie a usmrtenie koristi. Lov si vyžaduje mnoho energie, preto musí predátor korisť prenasledovať čo najkratší čas. K najrýchlejším predátorom zaraďujeme sokola sťahovaného, ktorý pri love „padá“ z oblohy, aby chytil korisť (dosahuje rýchlosť takmer 300km/hod).

Naopak, aj živočíchy v úlohe koristi si vyvinuli mnohé adaptácie, ktoré im umožňujú prežiť. Niektoré majú panciere (korytnačka), ostne (jež), jedové žľazy (obojživelníky), či dokonca vytvárajú jed vo svojom tele (napr. niektoré druhy hmyzu).

**Prenos energie v ekosystéme**

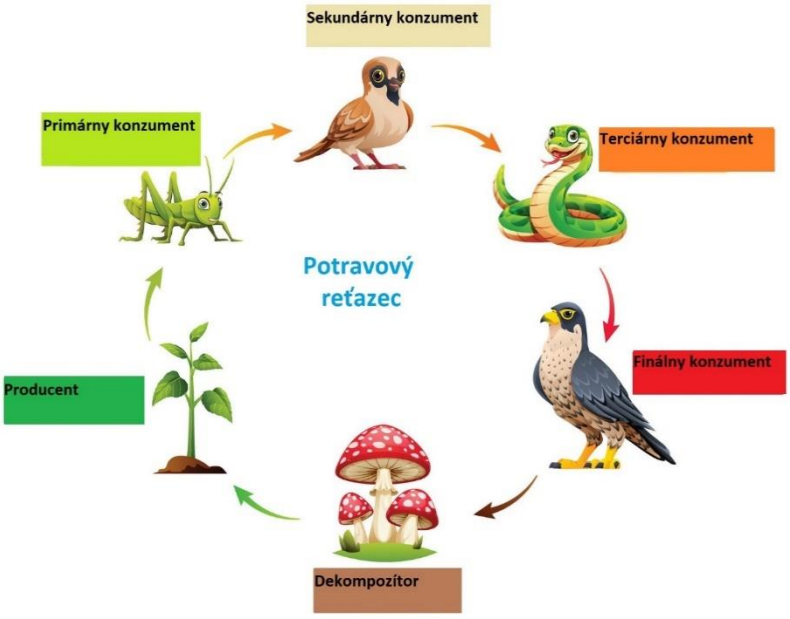
Vieme, že energiu nemôžeme ani vytvoriť, ani zničiť. Platí to aj energiu v ekosystéme. Nedá sa tu vytvoriť, len prenášať ekosystémom. Primárnym zdrojom energie pre takmer každý ekosystém na Zemi je Slnko. Ako sa ďalej energia prenáša v ekosystéme? Je potrebné, aby vždy obsahovali všetky druhy organizmov? Prezrite si výroky postáv na obrázku a rozhodnite, s ktorým výrokom súhlasíte a prečo.




**Obr. 192** Concept cartoons© Čo je potravový reťazec? (Naylor a kol.2021),

Potravové reťazce opisujú prenos energie v prostredí. Zelené rastliny využívajú energiu slnečného žiarenia na tvorbu cukrov. Označujú sa producenti, pretože si dokážu vyrobiť vlastnú potravu. Niektoré baktérie môžu získavať energiu priamo z chemikálií, takže aj ony môžu byť producentmi. Deje sa to napr. v hĺbke oceánu, kde zo zemskej kôry uniká horúca voda, plyn a rôzne chemikálie. Živočíchy získavajú energiu konzumáciou iných organizmov. Bez rastlín, rias a baktérií by živočíchy nemali k dispozícii žiadnu energiu, pretože si živočíchy nedokážu vyrobiť vlastnú potravu. Všetky potravové reťazce končia rozkladačmi (huby a baktérie), ktoré rozkladajú odumreté organizmy. Mäsožravé rastliny sú rastliny, ktoré dokážu chytať a rozkladať chytené živočíchy (napr. muchy). Sú schopné fotosyntézy, ale živiny získavajú tiež zo živočíchov (Naylor a kol.2021), najmä dusík.

**Primárni producenti** využívajú energiu zo Slnka na produkciu vlastnej potravy vo forme glukózy. Následne sú konzumované **primárnymi konzumentmi**, ktorých zase konzumujú **sekundárni konzumenti** atď., takže energia prúdi z jednej trofickej úrovne alebo úrovne potravinového reťazca do ďalšej. Najjednoduchší spôsob, ako demonštrovať tento tok energie, je pomocou **potravového reťazca**. Každý článok v reťazci predstavuje novú trofickú úroveň a šípky ukazujú, ako sa energia prenáša pozdĺž reťazca. Na konci potravového reťazca je vždy primárny producent. V suchozemských ekosystémoch sú väčšinou primárnych producentov rastliny a v morských ekosystémoch je väčšinou primárnym producentom fytoplanktón. Obaja produkujú väčšinu živín a energie potrebnej na podporu zvyšku potravinového reťazca v ich príslušných ekosystémoch.



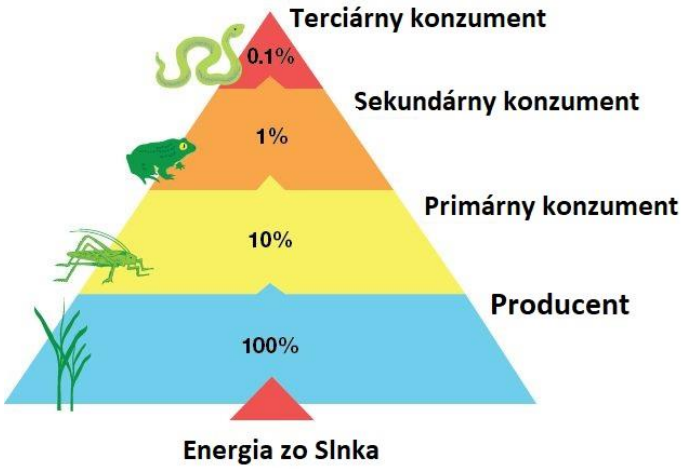

**Obr. 193** Potravový reťazec (https://www.vecteezy.com/vector-art/45936413-food-chain-diagram-showing-the-relationships-between-a-plant-grasshopper-bird-snake-hawk-and-fungi-illustration)

Všetka biomasa vytvorená primárnymi producentmi sa nazýva **primárna produktivita**. Čistá primárna produktivita je to, čo zostane po tom, čo primárny producent spotrebuje energiu potrebnú na dýchanie. Toto je časť, ktorá je k dispozícii na konzumáciu primárnymi konzumentmi a prechádza potravinovým reťazcom. V suchozemských ekosystémoch je primárna produktivita najvyššia na teplých, vlhkých miestach s dostatkom slnečného žiarenia, ako sú oblasti tropických lesov. Naproti tomu púšte majú najnižšiu primárnu produktivitu. V morských ekosystémoch je primárna produktivita najvyššia v plytkých, na živiny bohatých vodách, ako sú koralové útesy a porasty rias.

Príklady potravových reťazcov:

- *pastevno-koristnícky* (viaže sa na producentov a konzumentov): rastlina (tráva) → bylinožravec (húsenica, koník) → mäsožravce (jašterica → had → sokol);
- *parazitický*: parazit ↔ hostiteľ;
- *rozkladný* (viaže sa na organizmy rozkladajúce odumreté telá): odumretý organizmus → huby → baktérie → prvoky → huby.

Na znázornenie toku energie ekosystémami sa potravinové reťazce niekedy znázorňujú ako **energetické pyramídy.** Každý stupeň pyramídy predstavuje inú trofickú úroveň, počnúc primárnymi producentmi na spodku. Šírka každého stupňa predstavuje rýchlosť toku energie cez každú trofickú úroveň. Stupne sa smerom nahor v pyramíde zmenšujú, pretože časť tejto energie sa mení na formu, ktorú organizmus nemôže spotrebovať v ďalšom vyššom stupni potravinového reťazca. Toto sa deje v každom stupni pyramídy.




**Obr. 194** Energetická pyramída (https://sk.pinterest.com/pin/energy-pyramid--292945150751995278/)

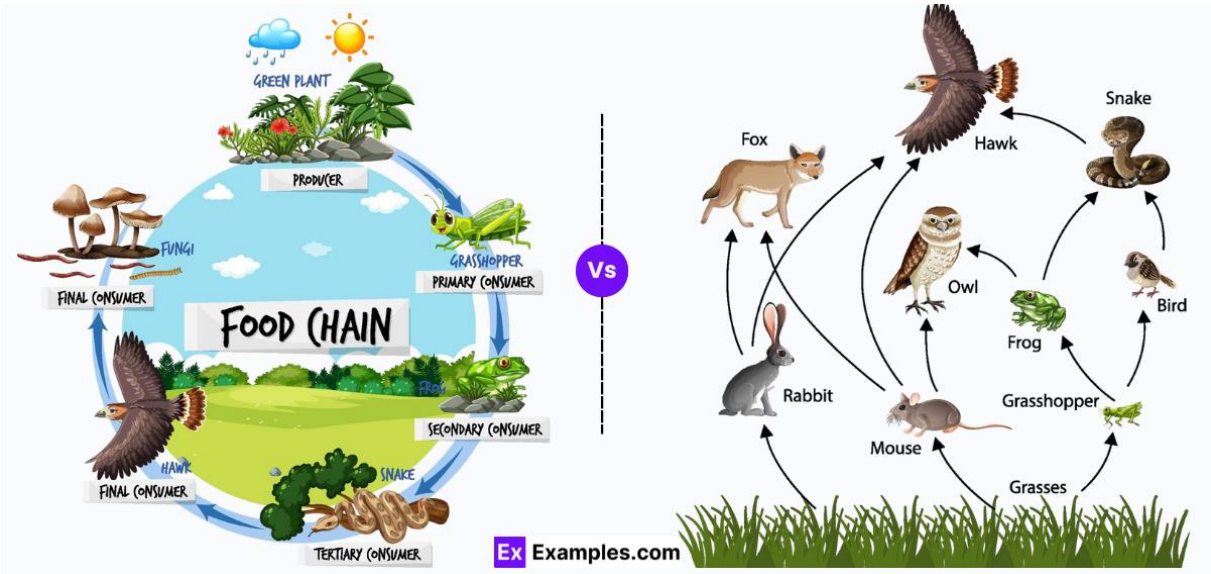
Prenos energie smerom hore v pyramíde sa zmenšuje. Čo ale veľkosť populácie v jednotlivých úrovniach? Bude viac králikov či líšok? Alebo nezáleží na veľkosti konkrétnej populácie? Prečítajte si výroky postáv na obrázku a uveďte, s ktorou postavou/postavami súhlasíte a prečo.

**Obr. 195** Concept cartoons© Králiky a líšky (Naylor a Keogh, 2022)

Veľkosť populácie akéhokoľvek živočíšneho druhu ovplyvňuje niekoľko faktorov, ako napr. množstvo dostupnej potravy, rýchlosť rastu a rozmnožovania a množstvo jedincov skonzumovaných iným živočíchom. Miera reprodukcie králikov musí byť vyššia ako u líšok, ak majú prežiť, pretože veľa králikov je skonzumovaných líškami. Na udržanie malej populácie líšok je potrebná veľká populácia králikov (Naylor a Keogh, 2022). Producenti sú na základni pyramídy (musí ich byť najviac a tvoria aj najviac biomasy). Bylinožravých konzumentov je

logicky menej a dravcov najmenej. Smerom od producentov ku konzumentom sa hromadí aj množstvo škodlivín v telách organizmov.

Okrem potravinového reťazca poznáme aj pojem **potravinová sieť**. Potravinový reťazec zobrazuje jeden vzorec kŕmenia medzi predátorom a korisťou v ekosystéme. V skutočnosti je však vzťah medzi nimi oveľa zložitejší. Organizmus môže mať viacero zdrojov potravy (korisť) a môže byť súčasne skonzumovaný viacerými predátormi. Takýto vzťah je obrazovo znázornený pomocou potravinovej siete, ktorá zobrazuje prepojené reťazce a znázorňuje, čím sa organizmy v danom habitate živia. Každý živý organizmus je súčasťou viacerých potravinových reťazcov, ktoré ukazujú možnú cestu, ktorou sa energia a živiny pohybujú ekosystémom.




**Obr. 196** Potravový reťazec a potravová sieť (https://www.examples.com/biology/food-chain-vs-food-web.html)

## Zloženie potravy

Potrava predstavuje pre človeka komplexnú zmes chemických zlúčenín, ktoré nášmu telu poskytuje základné živiny potrebné pre prežitie, rast a optimálne zdravie. Potrava sa skladá zo 6-ich hlavných zložiek: sacharidov, bielkovín, lipidov (tieto 3 zložky označujeme ako **makroživiny**), vitamínov a minerálov (**mikroživiny**) a voda. Každá z týchto zložiek hrá jedinečnú a dôležitú úlohu pri udržiavaní našich telesných funkcií a celkovej pohody.

1. **Sacharidy:** sú primárnym zdrojom energie. Ide o organické zlúčeniny zložené z atómov uhlíka, vodíka a kyslíka. Slúžia ako **hlavný zdroj energie** pre telo a poskytujú približne 4 kalórie na gram. Odporúčaný denný príjem sacharidov by mal byť približne 3 – 6 g/kg, z denného energetického príjmu by mali sacharidy tvoriť 50 – 60 %. Keď konzumujeme sacharidy, náš tráviaci systém ich rozkladá na glukózu, ktorá vstupuje do nášho krvného obehu a poháňa naše bunky.

Sacharidy sa delia do troch hlavných kategórií:

- *Jednoduché sacharidy*: Patria sem monosacharidy (glukóza, fruktóza, galaktóza) a disacharidy (sacharóza, laktóza, maltóza). Rýchlo sa trávia a poskytujú okamžitú energiu. Nachádzajú sa v ovocí, mlieku, či mede.
- *Komplexné sacharidy:* Polysacharidy (škrob, glykogén) obsahujú dlhé reťazce molekúl glukózy. Trávia sa dlhšie, čo poskytuje energiu na dlhší čas. Celozrnné obilniny, strukoviny a škrobová zelenina sú bohatými zdrojmi polysacharidov.
- *Vláknina*: Typ komplexného sacharidu, ktorý naše telo nedokáže úplne stráviť. Prechádza naším tráviacim systémom relatívne neporušený, čím podporuje zdravie čriev a pravidelnú stolicu. Zdrojom vlákniny je ovocie, zelenina, celozrnné obilniny či strukoviny.

2. **Bielkoviny**: Proteíny sú komplexné molekuly zložené z aminokyselín spojených peptidovými väzbami. Z denného energetického príjmu by mali bielkoviny tvoriť okolo 20 – 25 %. Poskytujú 4 kalórie na gram a sú nevyhnutné pre rast, opravu a údržbu telesných tkanív. Na rozdiel od sacharidov a tukov si naše telo neukladá bielkoviny na neskoršie použitie, takže pravidelný príjem bielkovín je nevyhnutný. Existuje 20 rôznych aminokyselín, ktoré sa môžu rôznymi spôsobmi kombinovať a vytvárať tisíce bielkovín. Tieto aminokyseliny sa delia na:
   - *Esenciálne aminokyseliny:* Deväť aminokyselín, ktoré naše telo nedokáže syntetizovať a musí ich prijímať prostredníctvom stravy. Potraviny ako vajcia, mlieko, mäso a ryby obsahujú všetky esenciálne aminokyseliny;
   - *Neesenciálne aminokyseliny*: Jedenásť aminokyselín, ktoré si naše telo dokáže vyrobiť, aj keď ich nezískavame z potravy.

   Bielkoviny v našom tele plnia množstvo životne dôležitých funkcií:

   - ✓ *Stavebný materiál*: Budovanie a oprava svalov, kostí, pokožky, vlasov a iných tkanív;
   - ✓ *Enzýmy*: Katalyzácia (urýchľovanie) biochemických reakcií;
   - ✓ *Hormóny*: Regulácia rôznych telesných procesov;
   - ✓ *Protilátky*: Boj proti infekciám a chorobám;
   - ✓ *Transportné proteíny:* Prenášanie molekúl po celom tele.

3. **Lipidy**: alebo inak tuky sú dôležité pre bunkovú štruktúru a ukladanie energie. Ich denný príjem sa pohybuje v rozmedzí 15 – 30% z celkového kalorického príjmu. Predstavujú rozmanitú skupinu zlúčenín, ktoré sú nerozpustné vo vode, ale rozpustné v organických rozpúšťadlách. Poskytujú 9 kalórií na gram, čo z nich robí energeticky najbohatšiu makroživinu. Ľudia sa im častokrát vyhýbajú (najmä z obavy priberania), ale ich prítomnosť v strave je nevyhnutná pre množstvo telesných funkcií.

   Medzi hlavné typy lipidov v našej strave patria:

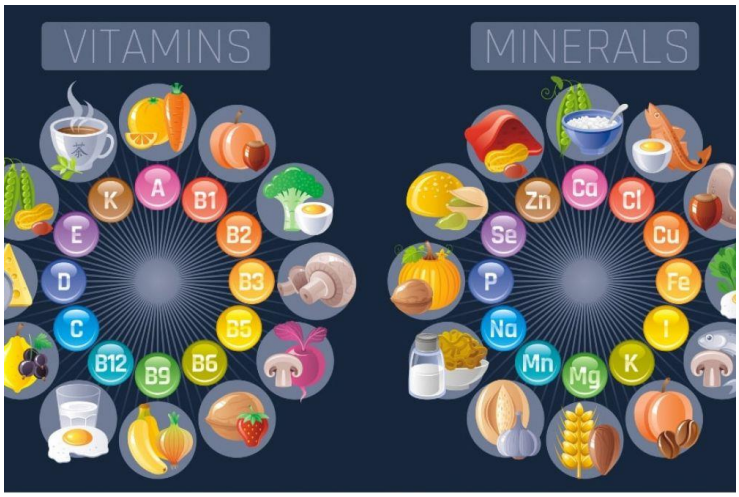
   - *Triglyceridy*: Najbežnejšia forma tuku v strave, pozostávajúca z troch mastných kyselín pripojených na glycerolový reťazec. Slúžia ako primárna forma uskladnenej energie v tele.

- *Fosfolipidy*: Kľúčové zložky bunkových membrán s hydrofilnou (vodu priťahujúcou) aj hydrofóbnou (vodu odpudzujúcou) časťou.
- *Steroly*: Vrátane cholesterolu, ktorý je nevyhnutný pre produkciu hormónov a funkciu bunkovej membrány.

Tuky možno rozdeliť do 3 kategórií:

- *Nasýtené mastné kyseliny*: Nachádzajú sa predovšetkým v živočíšnych produktoch a niektorých rastlinných olejoch (ako je kokosový a palmový olej). Pri izbovej teplote sú v tuhom stave a spájajú sa so zvýšenou hladinou cholesterolu.
- *Nenasýtené mastné kyseliny*: Nachádzajú sa v rastlinách a rybách, patria sem mononenasýtené tuky (v olivovom oleji, avokáde) a polynenasýtené tuky (v slnečnicovom oleji, mastných rybách). Pri izbovej teplote sú v tekutom stave a všeobecne sa považujú za prospešné pre kardiovaskulárny systém.
- *Transmastné kyseliny*: Ide o priemyselne vyrábané tuky, ktoré sa vytvárajú hydrogenáciou tekutých rastlinných alebo rybích olejov, ktoré obsahujú nenasýtené mastné kyseliny. Často sa nachádzajú v niektorých spracovaných potravinách a spájajú sa so srdcovými chorobami. Potraviny spracované týmto spôsobom dlho vydržia, sú lacné a dodávajú potravinám chuť a textúru. Nájdeme ich v stuženom tuku (margarín), sušených polotovaroch na prípravu jedál (napr. instantné polievky/jedlo, zmes na palacinky a koláče), fast food, kupované lístkové cesto, lacné čokolády a pod.

**Mikroživiny**: Vitamíny a minerály. Ako ich názov napovedá, mikro značí niečo malé. V tomto kontexte sú tieto živiny potrebné pre naše telo v menších množstvách. To však neznamená, že sú menej dôležité ako makroživiny. Slúžia na podporu zdravia a prevenciu pred mnohými chorobami.




**Obr. 197** Vitamíny a minerály (https://patronepharma.com/blog/mineral-nedir/)

1. **Vitamíny**: Ide o organické zlúčeniny nevyhnutné pre rôzne biochemické procesy. Väčšinu vitamínov si telo nedokáže syntetizovať v dostatočnom množstve a musí ich prijímať prostredníctvom stravy. Vitamíny sa delia do dvoch hlavných skupín:

A. ***Vitamíny rozpustné v tukoch (*A, D, E, K):** Tieto sa môžu ukladať v tukových tkanivách tela a pečeni. Vstrebávajú sa spolu s tukmi z potravy, takže strava s veľmi nízkym obsahom tuku môže zhoršiť ich vstrebávanie.
B. ***Vitamíny rozpustné vo vode*:** Tieto sa rozpúšťajú vo vode a v tele sa neukladajú vo významnom množstve. Nadmerné množstvo sa zvyčajne vylučuje močom, čo si vyžaduje ich pravidelný príjem prostredníctvom stravy.

Vitamíny plnia v tele rôzne funkcie:

- ✓ *Vitamín A:* Nevyhnutný pre zrak, fungovanie imunitného systému a bunkovú komunikáciu. Nachádza sa napr. v mrkve, špenáte, batatoch, špenáte a mliečnych výrobkoch.
- ✓ *Vitamíny skupiny B:* Skupina ôsmich vitamínov, ktoré hrajú dôležitú úlohu pri tvorbe červených krviniek a funkcii nervového systému. Nachádzajú sa najmä v celozrnných obilninách, strukovinách, vajciach, mäse a listovej zelenine.
- ✓ *Vitamín C*: Dôležitý pre fungovanie imunitného systému. Je to aj dôležitý antioxidant. Hojne sa vyskytuje v citrusových plodoch a paprike.
- ✓ *Vitamín D*: Nevyhnutný pre vstrebávanie vápnika a zdravie kostí. Syntetizuje sa v koži po vystavení slnečnému žiareniu a nachádza sa napr. v mastných rybách.
- ✓ *Vitamín E*: Pôsobí ako antioxidant, ktorý chráni bunky pred poškodením. Hovorí sa mu aj vitamín mladosti – spomaľuje starnutie buniek. Je prítomný v orechoch, semenách a rastlinných olejoch.
- ✓ *Vitamín K*: Nevyhnutný pre zrážanie krvi a metabolizmus kostí. Nachádza sa v listovej zelenine a fermentovaných potravinách (napr. jogurt, kyslá kapusta).

2. **Minerály**: sú anorganické prvky, ktoré si živé organizmy nemôžu vytvoriť. Zohrávajú kľúčovú úlohu v štruktúre kostí, rovnováhe tekutín, prenose nervových vzruchov, priebehu svalovej kontrakcie a pod.

Minerály sa kategorizujú podľa množstva, ktoré telo potrebuje:

- *Makrobiogénne minerály*: Potrebné vo väčších množstvách (viac ako 100 mg denne). Patria sem vápnik (Ca), fosfor (P), horčík (Mg), sodík (Na), draslík (K), chlór(Cl) a síra (S);
- *Mikrobiogénne minerály:* Potrebné v menších množstvách (menej ako 100 mg denne). Patria sem železo (Fe), zinok (Zn), meď (Cu) , mangán (Mn), jód (I), selén (Se), fluorid (F), chróm (Cr) a kobalt (Co);
- *Stopové prvky*: prijímané v mikrogramoch. Zaraďujeme sem kremík (Si), vanád (V), nikel (Ni), kadmium (Cd), cín (Sn), arzén (As), hliník (Al) a bór (B).

Kľúčové minerály a ich funkcia v tele:

- ✓ *Vápnik*: Nevyhnutný pre tvorbu kostí a zubov, svalové kontrakcie, prenos nervových vzruchov a zrážanie krvi. Nachádza sa v mliečnych výrobkoch, sezamových zrnkách a listovej zelenine.
- ✓ *Železo*: Dôležité pre transport kyslíka v krvi a energetický metabolizmus. Nájdeme ho v špenáte, šošovici a mäse.

- ✓ *Zinok*: Dôležitý pre správne fungovanie imunitného systému, syntézu bielkovín, či hojenie rán. Nachádza sa v strukovinách, orechoch, semenách a živočíšnych produktoch.
- ✓ *Jód*: Nevyhnutný pre správne fungovanie štítnej žľazy. Nachádza sa predovšetkým v jodizovanej soli a morských plodoch.

**Vyvážená strava**

V rámci zdravého životného štýlu a na udržanie zdravia a telesnej hmotnosti človeka, sa často spomína označenie vyvážená strava. Čo si pod tým môžeme predstaviť? Čo by mala alebo nemala vyvážená strava obsahovať? Na nasledujúcom obrázku sú rôzne výroky postáv týkajúce sa obsahu vyváženej stravy. Rozhodnite, s ktorou postavou súhlasíte a prečo. Ak nesúhlasíte ani s jednou, vytvorte vlastný výrok, ktorý odôvodnite.

**Obr. 198** Concept cartoons© Aká je to vyvážená strava? (Naylor a kol., 2021)

Strava nie je len o chudnutí. Znamená rozsah potravín, ktoré človek bežne konzumuje. Je potrebné si uvedomiť, že v našom tele pôsobia makro aj mikroživiny spoločne. Vyvážená strava si vyžaduje vhodné pomery všetkých zložiek potravy. Každý z nás má jedinečný organizmus, preto má aj odlišnú potrebu a spotrebu kalórií. Preto optimálne stravovanie nemôžeme zovšeobecniť na celú populáciu. Vieme však určiť, čo by mala zdravá a vyvážená strava obsahovať. To závisí od mnohých faktorov, ako je napr. vek, životný štýl, osobné preferencie a pod. Existuje 6 hlavných zložiek potravy (bielkoviny, tuky, cukry, vitamíny, minerály a voda). Aby sme ostali zdraví a udržali si stálu telesnú hmotnosť, tak potrebujeme z každej skupiny potravín určité množstvo. Napríklad malé množstvo soli je nevyhnutné pre život, ale veľa soli už nášmu telu škodí. Rovnako je to napr. aj s tukom a cukrom. Športovci, alebo ľudia, ktorí podávajú veľký fyzický výkon, potrebujú vo svojej strave veľa sacharidov (Naylor a kol., 2021).

Prísun potravy, ktorý sa pokladá za vyvážený, musí byť prispôsobený výdaju energie daného človeka. Ak má niekto sedavé zamestnanie, potrebuje menej energie, resp., menší prísun energie v porovnaní s človekom, ktorý celý deň ťažko fyzicky pracuje.

- **Rovnováha makroživín**: Rôzne pomery sacharidov, bielkovín a lipidov môžu byť vhodné pre rôznych jednotlivcov na základe veku, úrovne aktivity, zdravotného stavu a ďalších faktorov.
- **Vhodná kombinácia mikroživín:** Mnohé vitamíny a minerály pôsobia súčinne. Napríklad vitamín D zvyšuje vstrebávanie vápnika, zatiaľ čo vitamín C zlepšuje vstrebávanie železa z rastlinných potravín.

**Spracovanie potravín**

Spôsob, akým spracovávame a pripravujeme naše jedlo, môže výrazne ovplyvniť jeho obsah živín. Tepelné spracovanie, napr. varením, môže zničiť niektoré vitamíny citlivé na teplo (najmä B a C). Na druhej strane však môže zvýšiť biologickú dostupnosť iných, napr. lykopén (rastlinné farbivo patriace medzi karotenoidy) v paradajkách. Jeho využiteľnosť po tepelnej úprave niekoľkonásobne stúpa. Obsah živín v potravinách môže ovplyvniť aj dlhodobé skladovanie, ktoré môže viesť k degradácii živín, najmä vitamínov.

Z bežného života poznáme aj **energetické nápoje** – či už v rámci vlastnej konzumácie, alebo z reklamy. Aké je ich zloženie? Sú prioritne určené pre špecifického konzumenta, alebo ich môže piť ktokoľvek? Prečítajte si výroky postáv na obrázku a rozhodnite, s ktorým výrokom/výrokmi súhlasíte. Svoju odpoveď vysvetlite.

**Obr. 199** Concept cartoons© Vysokoenergetické nápoje (Naylor a kol., 2021)

Ako sme už uviedli vyššie, športovci majú vyššie energetické nároky, najmä čo sa týka obsahu sacharidov. Naše bunky získavajú energiu kombináciou glukózy s kyslíkom a čím rýchlejšie to naše bunky dokážu, tým viac energie máme. Príjem glukózy navyše a rýchlejšie dýchanie pomáha našim bunkám rýchlejšie získať energiu. Vysokoenergetické nápoje zvyčajne obsahujú glukózu (hoci nie vždy). Takmer každý obsahuje stimulanty, ako je napr. kofeín. Tie spôsobujú, že telo sa správa tak, ako keby malo viac energie. Glukóza sa nemusí tráviť, takže sa môže okamžite využiť. Škrob a tuk sú tiež dobrým zdrojom energie, ale ich trávenie trvá omnoho dlhšie. Vysokoenergetické nápoje sú tiež veľmi módnou záležitosťou, ale treba si uvedomiť, že

nie sú potrebné pre vyváženú stravu. Ich pitie bez toho podávania zvýšených fyzických výkonov môže spôsobiť, že človek začne priberať. Okrem toho, ich pitie môže spôsobiť rôzne zdravotné problémy, pretože obsahujú uvedené stimulanty (Naylor a kol., 2021).

**Otázky a úlohy:**

1. Ako sa delia organizmy podľa spôsobu príjmu energie a uhlíka?
2. Vysvetlite rozdiel medzi hemiparazitom a holoparazitom.
3. Uveďte rozdiel medzi potravovým reťazcom a potravovou sieťou.
4. Charakterizujte makroživiny a mikroživiny.
5. Ktoré vitamíny sú rozpustné v tukoch?
6. Objasnite, ako vplýva spracovanie potravín na ich kvalitu.

# 9 Dedičnosť a premenlivosť

Genetická informácia v bunke je uchovávaná v chemickej DNA. Gény určujú vývoj a štruktúru organizmov. Pri nepohlavnom rozmnožovaní pochádzajú všetky gény v potomstve od jedného rodiča. Pri pohlavnom rozmnožovaní pochádza polovica génov od každého rodiča.

**Genetická informácia sa prenáša z jednej generácie organizmov na druhú.**

Pre deti vo veku 5-7 rokov sa predpokladá rozvoj danej predstavy v rozsahu, že deti vedia, že živé organizmy produkujú potomstvo rovnakého druhu, ale potomkovia nie sú identickí navzájom a ani so svojimi rodičmi.

Žiaci vo veku 7-11 rokov vedia, že rastliny a živočíchy (vrátane ľudí) sa v mnohých znakoch podobajú svojim rodičom, pretože informácie sa prenášajú z jednej generácie na druhú. Iné znaky, ako napr. schopnosti a správanie, sa nededia, ale musia sa naučiť (Harlen, 2015).

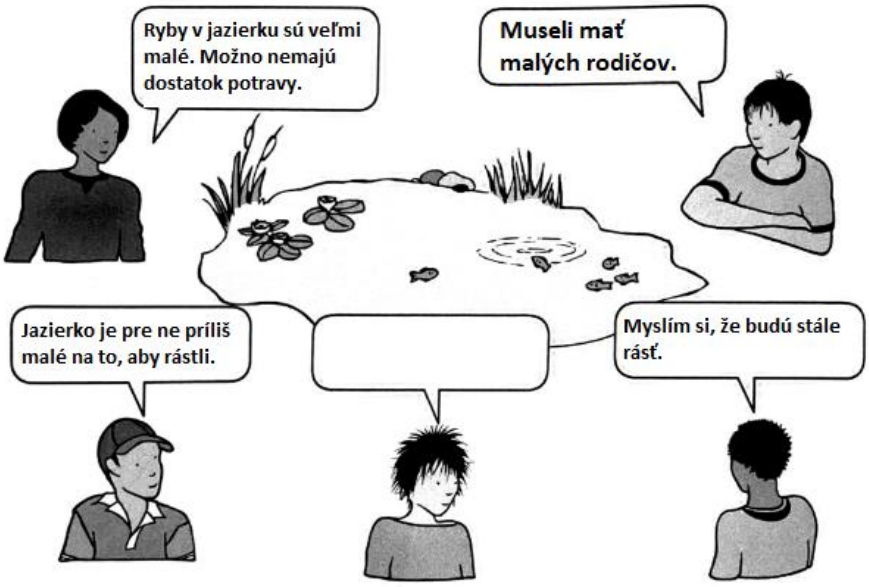
**Genetika**

Genetika je náuka, ktorá sa zaoberá premenlivosťou a dedičnosťou organizmov.

Každý organizmus sa viac podobá na svojich rodičov ako na nepríbuzných jedincov. Dôvodom je dedičnosť. Pod pojmom **dedičnosť** rozumieme vlastnosť organizmu, ktorá zabezpečuje prenos vlastností z rodičov na potomstvo (potomkovia dedia svoje gény od svojich rodičov). Každý jedinec pohlavne sa rozmnožujúceho druhu získava polovicu svojich génov od svojej matky a polovicu od otca. Odovzdávanie génov z rodiča na potomka tak vytvára spojenie medzi generáciami.

Organizmy však nevyzerajú presne ako ich rodičia; potomkovia sa môžu od svojich rodičov líšiť. Dôvodom je **premenlivosť,** ktorá hovorí o tom, že potomkovia sa určitými vlastnosťami odlišujú od svojich rodičov, ale aj súrodencov. To znamená, že vedie k variabilite medzi jedincami toho istého druhu.

Od čoho závisí, ako daný jedinec/organizmus vyzerá? Čo všetko môže ovplyvniť jeho výzor (veľkosť, farbu a pod.)? V nasledujúcom obrázku sa rieši situácia, v ktorej zobrazené deti riešia, od čoho závisí veľkosť rybiek v jazierku. Prezrite si ich výpovede a popremýšľajte, s ktorým by ste súhlasili a prečo.




**Obr.200** Concept cartoons© Malé ryby (Naylor a Keogh, 2022)

Čo sa stane, ak budete rastliny alebo živočíchy chovať v obmedzenom priestore a s obmedzenými živinami? Budú tieto faktory vplývať na rýchlosť ich rastu alebo veľkosť? Na tento problém, zobrazený na obrázku, existujú viaceré možné odpovede. Skupina rýb môže byť malá kvôli svojmu genetickému pôvodu, alebo kvôli tomu, že nemala dostatok potravy počas rastu. Ďalším dôvodom môžu byť rôzne environmentálne faktory alebo dokonca kombinácia všetkých uvedených dôvodov. Nie je možné dať všeobecnú odpoveď (Naylor a Keogh, 2022). Možné dôvody tiež poskytuje nasledujúci text.

**Fenotyp** jedinca (teda to, ako vyzerá) môže určený:

- *genotypom jedinca* (alebo špecifickými alelami – konkrétne formy génu a kombináciami alel, ktoré zdedil po svojich dvoch rodičoch),
- *prostredím*, v ktorom jedinec vyrastal,
- *interakciou medzi génmi jedinca a jeho prostredím.* Ako príklad môžeme uviesť výšku človeka, ktorá je určená jeho génmi (podľa výšky rodičov), prostredím, v ktorom vyrastal (poskytované živiny počas rastu) a interakciou medzi jeho génmi a prostredím (ovplyvňovanie zdedených génov určujúcich výšku prostredím).

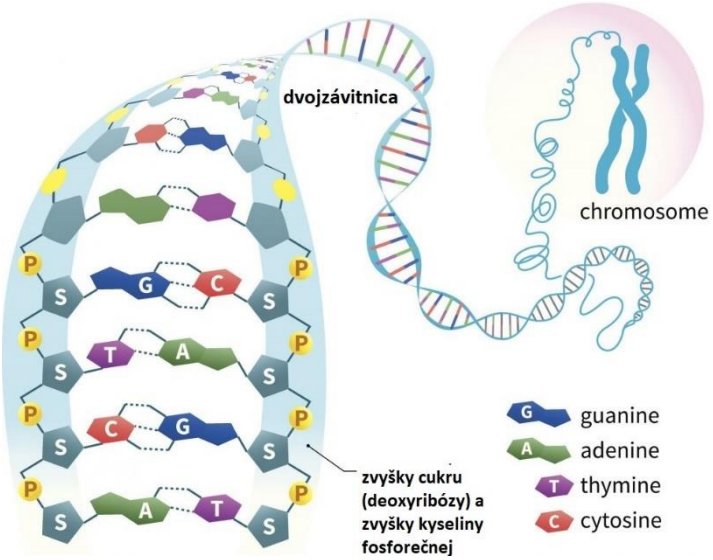
**Gény a DNA**

Všetky živé bunky sú nositeľmi súboru „pokynov“, ktoré riadia všetky chemické procesy v nich. Ide o gény, ktoré sú uložené **v jadre bunky** ako kód v DNA (nukleová kyselina, deoxyribonukleová). V ľudskom organizme obsahujú bunky asi 20-tisíc génov. Každá bunka obsahuje DNA, ktorá je dlhá približne 2 metre. Ak sa nepoužíva, tak je natesno stočená v útvaroch, ktoré sa nazývajú chromozómy. V každom jadre ľudskej bunky sa týchto chromozómov nachádza 46.

Ak by sme túto dlhú DNA vybrali z jadra a pozreli sa na ňu zblízka, tak by sme videli, že je tvorená 2 stočenými vláknami, ktoré sa označujú ako dvojzávitnica. Okrem toho sú tieto 2

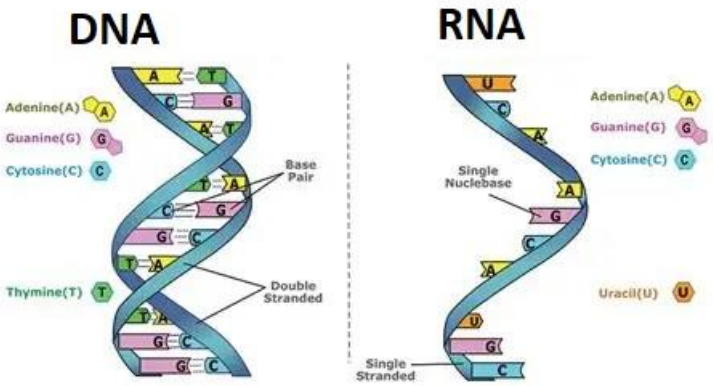
stočené pásy spojené priečkami, takže vyzerá ako stočený rebrík. Tieto priečky sú v skutočnosti **dusíkaté bázy** (zásady), ktoré sú tvorené 4-písmenovým kódom. Poznáme 4 typy bázy: **adenín, tymín, cytozín, guanín**. Tento 4 písmenkový kód je tvorený práve kombináciou týchto 4 dusíkatých báz, ktoré sa spájajú na základe komplementarity (tvorenie špecifických párov cez vodíkové mostíky):

- adenín A+ tymín T (tzn., že v DNA je vždy oproti adenínu tymín)
- cytozín C + guanín G (tzn., že v DNA je vždy oproti cytozínu guanín),




**Obr. 201** Stavba DNA (https://mag.dibasabz.com/what-is-the-nature-and-structure-of-dna/?v=b1cb2365a1b7)

Okrem DNA poznáme aj nukleovú kyselinu RNA (ribonukleová kyselina). Základný stavebný plán RNA a DNA je rovnaký. Sú tvorené niekoľkými tisícami nukleotidov (každý nukleotid je tvorený zvyškom kyseliny trihydrogénfosforečnej + cukrom pentózou + dusíkatou bázou).




**Obr. 202** Rozdiel medzi DNA a RNA (https://www.biowars.com/blog/dna-vs-rna/)

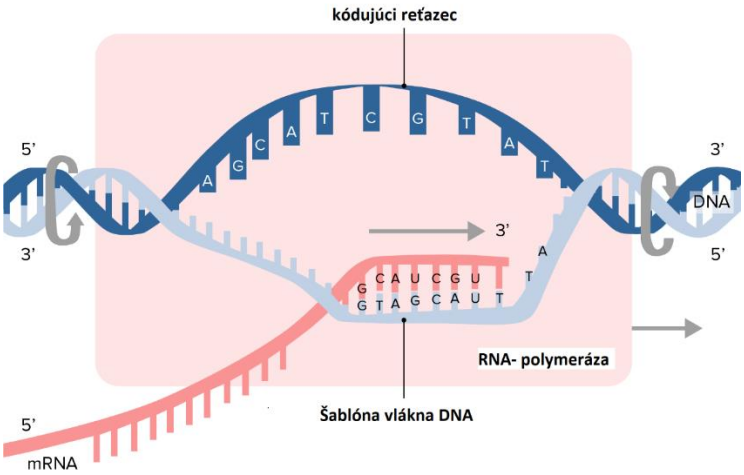
Okrem uvedených podobností nachádzame medzi DNA a RNA aj isté rozdiely. Rozdiel je v cukornej zložke, v DNA je to deoxyribóza a v RNA je to ribóza. Na stavbe DNA sa podieľajú dusíkaté bázy A, G, C, T a na RNA sú to A, G, C a namiesto tymínu (T) sa tu nachádza uracyl (U). DNA je tvorená dvojzávitnicou, RNA len 1 vláknom. Bunky všetkých organizmov obsahujú oba typy nukleových kyselín, teda aj RNA aj DNA.

**Vznik bielkovín**

Poradie písmen v géne predstavuje **kód**, ktorý je určený poradím jednotiek aminokyselín. Tento kód je potrebný na vznik bielkovín. Gén je teda časť DNA a je tvorený určitým poradím písmen (dusíkatých báz). Genetický kód je **tripletový**, tzn., že zápis o jednej aminokyseline tvoria 3 za sebou nasledujúce dusíkaté bázy (triplet alebo kodón = trojica dusíkatých báz).

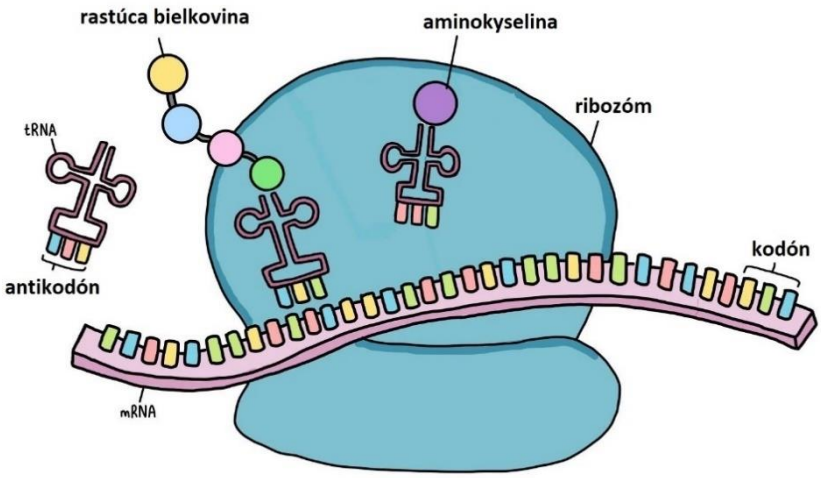
Bielkoviny zohrávajú v organizme dôležitú stavebnú a riadiacu funkciu (pozostávajú z nich tkanivá) a riadia chemické procesy v bunke. Každý *typ bielkoviny je určený poradím troch písmen v DNA*, napr. aminokyselina lyzín je tvorený kodónmi AAA a AAG, alebo prolín je tvorený kodónmi CCA, CCC, CCG, CCU. Aby mohla vzniknúť bielkovina, je potrebné, aby bunka skopírovala kód z génu na molekulu, ktorá sa nazýva **mediátorová RNA** (mRNA). Táto mRNA slúži ako predloha pre molekuly, ktoré sa označujú **transferová RNA** (tRNA). Úlohou tRNA je prenášať aminokyseliny na ich miesto.

To znamená, že ak napr. bunka potrebuje nejakú konkrétnu bielkovinu, tak tento kód, ktorý kóduje stavbu tejto bielkoviny, najskôr skopíruje do RNA (slúži ako šablóna pre vznik novej bielkoviny). Vieme, že bielkoviny vznikajú na ribozómoch, ktoré sa nachádzajú mimo jadra bunky, v cytoplazme. DNA sa však nachádza v jadre. Ako sa dostane z jadra na ribozómy? Umožňuje jej to mechanizmus, ktorý sa označuje **transkripcia** (prepis) genetickej informácie z DNA do molekuly mRNA. Aby mohol nastať tento prepis, musí enzým **RNA-polymeráza** rozpliesť vlákno DNA presne v tom mieste, kde sa nachádza gén, ktorý sa má prepisovať. RNA-polymeráza prechádza po vlákne DNA a hľadá, kde sa tento gén nachádza. Keď ho nájde, vlákno DNA rozpletie. Potrebuje len 1 vlákno z uvoľnenej dvojzávitnice, ktorá sa stane šablónou na tvorbu mRNA. RNA-polymeráza postupne prikladá k DNA vláknu komplementárne nukleotidy, a tak sa vytvorí molekula mRNA. Jeden gén sa prepíše veľakrát za sebou. Prepis génu, ktorý pozostáva z približne z 1500 nukleotidových párov, trvá zhruba 50 sekúnd. mRNA sa tvorí dovtedy, kým RNA-polymeráza nenájde v reťazci DNA stop-kodón. Tento proces sa odohrával v jadre bunky.




**Obr. 203** Transkripcia (https://powielibyr6wengine.z21.web.core.windows.net/flow-diagram-of-transcription-and-translation.html)

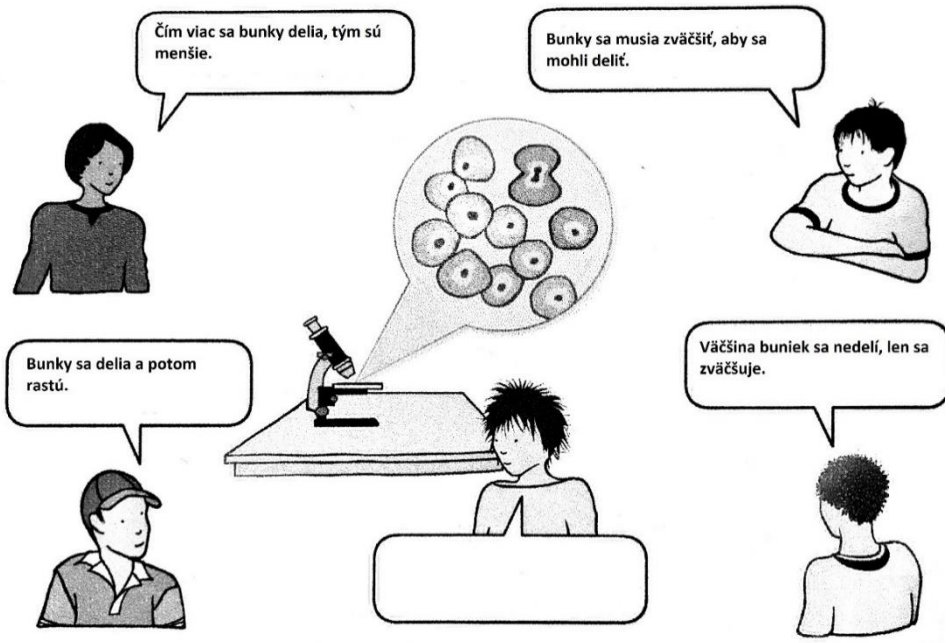
Vytvorená mRNA prejde cez póry jadrovej membrány do cytoplazmy smerom k ribozómom, kde sa na neho napojí. Na tomto mieste, t.j. na ribozómoch, nastáva ďalší proces, ktorý sa označuje **translácia** (preklad). V tomto procese sa genetická informácia „prekladá z jazyka dusíkatých báz do jazyka aminokyselín". Preklad mRNA do bielkoviny závisí od transferovej RNA (tRNA). Najskôr sa však musí tRNA aktivovať tak, že sa spojí s príslušnými aminokyselinami. Potom sa k tripletom mRNA pripája tRNA.




**Obr.204** Translácia (https://www.thesciencehive.co.uk/dna-replication-transcription-translation-0a-level)

**Vznik buniek**

Bunky vznikajú v procese, ktorý sa označuje **bunkové delenie**. Čo sa deje s bunkami, keď sa delia? Prezrite si nasledujúci obrázok a rozhodnite sa, s ktorým výrokom/výrokmi súhlasíte a prečo.

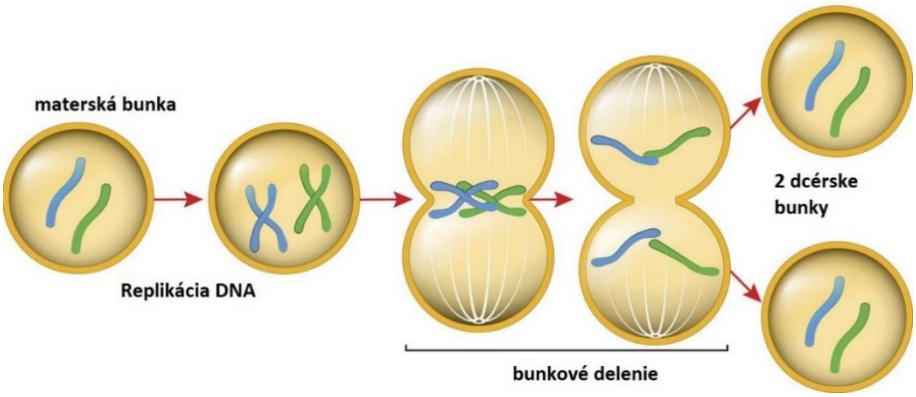



**Obr.205** Concept cartoons© Veľkosť deliacich sa buniek (Naylor a kol., 2021)

Organizmy môžu rásť zvyšovaním svojho počtu alebo veľkosti buniek, príp. oboma spôsobmi. U živočíchov rast prebieha prevažne zvyšovaním počtu buniek, zatiaľ čo u rastlín sa počet a veľkosť buniek zvyšuje s rastom rastliny. Počet buniek sa zvyšuje bunkovým delením, kde sa bunka delí na dve nové bunky. Bunkové delenie je súčasť cyklu, v ktorom bunky rastú, kým nedosiahnu určitú veľkosť a potom sa delia. Nové bunky potom rastú a keď sú dostatočne veľké, môžu sa tiež deliť. Zložité kontrolné faktory navždy zastavia delenie buniek. Rakovinový nádor sa môže vytvoriť tam, kde kontrolné faktory nefungujú správne. Bunkové delenie je vždy potrebné na nahradenie buniek, ktoré sa poškodia alebo opotrebujú, aj keď sa organizmus nezväčší. Napríklad u dospelého človeka sa kožné bunky a červené krvinky neustále nahrádzajú (Naylor a kol., 2021).

**Bunkové delenie** je proces, pri ktorom sa **materská bunka delí** na dve alebo viac dcérskych buniek. Zohráva kľúčovú úlohu v raste, oprave a rozmnožovaní organizmov. Ide o základný proces, ktorý prebieha vo všetkých živých organizmoch (od jednobunkových baktérií až po komplexné mnohobunkové organizmy, ako sú ľudia). Každý živý organizmus sa spolieha na bunkové delenie, aby rástol, vyvíjal sa a rozmnožoval. Existujú dva hlavné typy bunkového delenia: **mitóza** a **meióza**.

**Mitóza** je najbežnejší typ bunkového delenia, pri ktorom sa jedna bunka delí na dve identické dcérske bunky. Tento proces prebieha vo všetkých somatických (telových) bunkách a je zodpovedný za rast a opravu tkaniva. Proces mitózy pozostáva z niekoľkých odlišných fáz. Na začiatku bunka rastie a replikuje svoju DNA, aby sa pripravila na delenie. Následne sa začne jadrová membrána rozpadať a chromozómy sa „zhusťujú". Potom sa chromozómy zoradia v strede bunky, rozdelia sa a sformujú sa dve jadrá. Nakoniec sa bunka sa **rozdelí na dve dcérske bunky.**

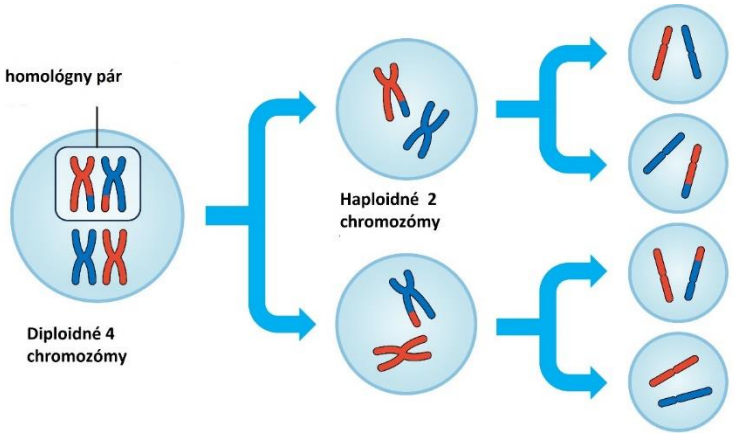



**Obr.206** Mitóza (https://cursosonlineweb.com/que-es-la-mitosis.html)

**Meióza** je špecializovaná forma bunkového delenia, ktorá sa vyskytuje iba v pohlavných bunkách (spermie a vajíčka). Jej účelom je produkcia pohlavných buniek. Meióza pozostáva z dvoch po sebe nasledujúcich bunkových delení, známych ako meióza I a meióza II. Hlavný rozdiel medzi mitózou a meiózou spočíva v tom, že meióza **produkuje 4 haploidné dcérske bunky s polovičným počtom chromozómov** v porovnaní s materskou bunkou. Pri meióze I. a meióze II nastáva len jedenkrát replikácia DNA, čo je dôležité, aby sa nezvyšoval počet chromozómov pri delení. Týmto spôsobom sa redukuje genetická informácia.

Každá bunka obsahuje 2 súbory chromozómov. Jeden súbor je od matky a druhý od otca. Pred meiózou vytvorí každý chromozómom svoju kópiu. Následne sa jadro bunky rozpadne, materské a otcovské chromozómy sa spária a náhodne si vymenia niektoré časti (*cross-overing*, tento proces je náhodný).

Cieľom meiózy je vytvoriť štyri bunky z jednej materskej bunky. Tieto štyri bunky majú polovičný počet chromozómov oproti somatickej (telovej) bunke. Svojim priebehom sa veľmi neodlišuje od mitózy, avšak má niekoľko dôležitých odlišností. Po oplodnení každá bunka získava jednu kópiu materského a otcovského chromozómu. Význam meiózy spočíva v jej schopnosti vytvárať genetickú diverzitu a udržiavať konzistentnosť počtu chromozómov naprieč generáciami.

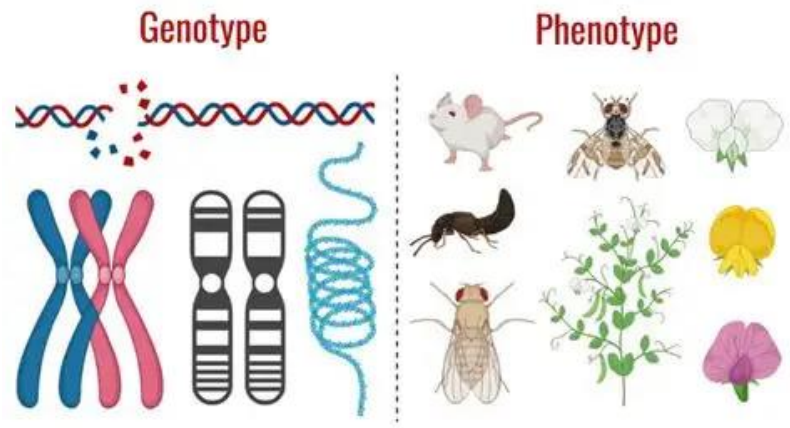



**Obr.207** Meióza (https://www.ib.bioninja.com.au/meiosis/)

Meióza II sa svojimi mechanizmami podobá mitóze, ale pôsobí na haploidné bunky vytvorené z meiózy I. Tu sa sesterské chromatídy každého chromozómu oddelia, čo vedie k štyrom geneticky odlišným haploidným dcérskym bunkám. Tieto bunky, z ktorých každá obsahuje jedinečnú kombináciu genetického materiálu, slúžia ako prekurzory gamét. V genetike ponúka meióza pohľad na pochopenie genetických porúch a chromozómových abnormalít.

**Dedičnosť**

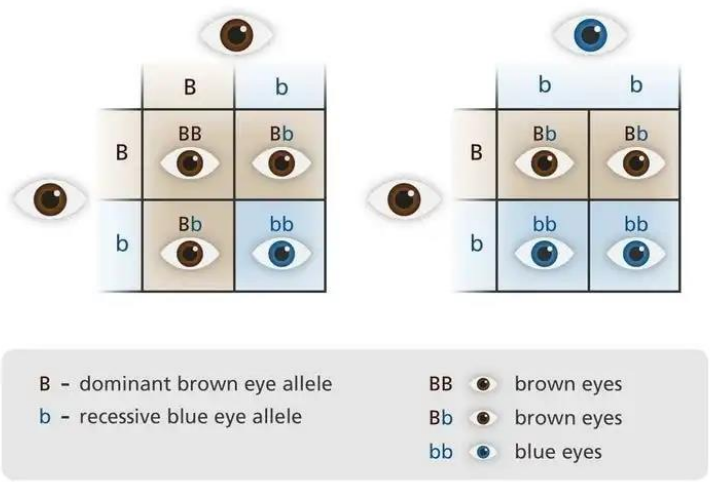
Ľudské vlastnosti sú špecifické charakteristiky, ktoré identifikujú jednotlivcov. Rodičia ich prenášajú prostredníctvom svojich génov. Medzi ľahko identifikovateľné ľudské vlastnosti patrí výška, farba očí, farba vlasov, typ vlasov, úpon ušných lalôčikov a otáčanie jazyka. Pokiaľ ide o pochopenie dedenia vlastností a znakov, jedným zo základných konceptov je rozdiel medzi **dominantnými a recesívnymi génmi.** Tieto dva typy génov zohrávajú kľúčovú úlohu pri určovaní všetkých znakov organizmu, známych ako **fenotyp** (vonkajší prejav genotypu). **Dominantný gén** je gén, ktorý sa bude prejavovať vo fenotype (fyzickom vzhľade organizmu), aj keď má jedinec v genotype iba jednu jeho kópiu. Inými slovami, ak má jedinec jeden dominantný gén a jeden recesívny gén pre konkrétnu vlastnosť, dominantný gén určí fenotyp. To znamená, že recesívny gén sa bude prejavovať iba vtedy, ak má jedinec v genotype dve jeho kópie (t.j. dva recesívne gény).




**Obr.208** Genotyp a fenotyp (https://microbenotes.com/phenotype-vs-genotype/

Keď má jedinec dve kópie tej istej dominantnej alely, hovorí sa o ňom, že je *homozygotný* pre daný gén. To znamená, že dominantný znak bude vždy exprimovaný (prejavený). Ak aspoň jeden z rodičov nesie dominantnú alelu, tak existuje 50 % šanca, že ju zdedí aj jeho potomok. To znamená, že aj keď jeden z rodičov nesie recesívnu alelu, dominantný gén bude stále prejavený.

Ako jednoduchý príklad možno uviesť farbu očí – v modelovej genetike sa hnedé oči často uvádzajú ako dominantný znak a modré ako recesívny. Ak má jeden rodič hnedé oči (homozygotne dominantný gén) a druhý modré (homozygotne recesívny), všetky deti budú mať hnedé oči, pretože dominantný gén sa prejaví.




**Obr. 209** Modré a hnedé oči – dedičnosť (https://cameosccpics.blogspot.com/2022/01/the-best-13-punnett-square-eye-color.html)

Ak má jeden rodič hnedé oči (genotyp Bb) a druhý modré oči (genotyp bb), potom ich potomstvo má 50 % šancu zdediť genotyp Bb (hnedé oči) a 50 % šancu zdediť genotyp bb (modré oči). Fenotyp potomstva teda bude závisieť od zdedených alel – jedinci s genotypom Bb budú mať hnedé oči (dominantný znak) a jedinci s genotypom bb budú mať modré oči (recesívny znak).

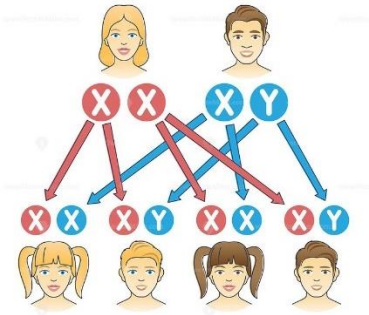
Na druhej strane, **recesívny gén** je gén, ktorý sa bude prejavovať vo fenotype iba vtedy, ak má jedinec v genotype dve jeho kópie. To znamená, že ak má jedinec jeden dominantný gén a jeden recesívny gén pre konkrétnu vlastnosť, dominantný gén maskuje expresiu recesívneho génu. Recesívny gén sa bude prejavovať iba vtedy, ak má jedinec pre danú vlastnosť dva recesívne gény, čo z neho robí homozygota pre daný gén. To znamená, že recesívny gén je typ génu, ktorý sa dedí po oboch rodičoch a prejavuje sa iba vtedy, keď sú obe kópie génu recesívne. Pochopenie konceptu recesívnych génov je v genetike nevyhnutné, pretože pomáha vysvetliť, prečo určité vlastnosti môžu preskakovať generácie alebo sa u potomkov objaviť neočakávane.

Recesívne gény často zostávajú v populácii skryté, pretože sa prejavia iba vtedy, keď sú obe kópie génu recesívne. Ak má jedinec jednu dominantnú alelu, bude mať dominantný fenotyp a môže recesívnu alelu preniesť na svojich potomkov bez toho, aby sa prejavila.

**Genotyp** sa vzťahuje na genetickú výbavu jedinca, ktorá zahŕňa všetky gény zdedené od rodičov. Táto genetická informácia je zodpovedná za určenie vlastností, ktoré sa v organizme prejavia. Kombinácia génov v genotype jedinca môže byť homozygotná alebo heterozygotná v závislosti od toho, či sú gény pre konkrétnu vlastnosť rovnaké alebo odlišné.

Každá bunka v ľudskom tele obsahuje 46 chromozómov, ktoré sa nachádzajú v jadre bunky. Nachádzajú sa medzi nimi 2 špeciálne **chromozómy X a Y,** ktoré určujú, či dieťa bude dievča, alebo chlapec. Ženy majú dva chromozómy X a X a muži X a Y. V porovnaní s X chromozómom je chromozóm Y omnoho menší a obsahuje aj menej génov. Matkino vajíčko obsahuje chromozóm X a pohlavná bunka od otca (spermia) nesie chromozóm X alebo Y. Keďže matka

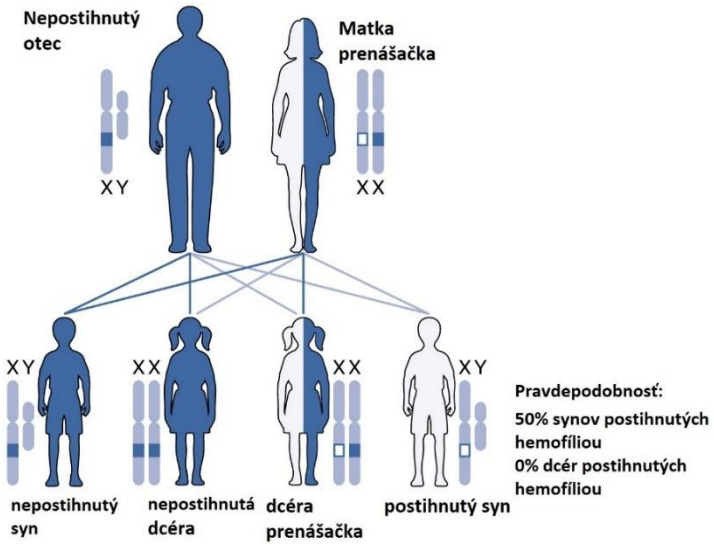
odovzdá svojim deťom vždy chromozóm X, **pohlavie dieťaťa určuje otec** – t.j. podľa toho, či jeho spermia nesie chromozóm X alebo Y.




**Obr. 210** Muž a žena (https://www.pinterest.com/pin/heredity-as-genetic-hair-heritage-from-biological-parents-outline-diagram--732538695653892620/)

**Chromozómy Y a X majú homologickú a nehomologickú časť**. Pre homologickú časť oboch chromozómov (X aj Y) platí, že sa v nich nachádzajú rovnaké gény. Naopak, v nehomologickej časti sa na chromozóme X nachádzajú iné gény ako na chromozóme Y (platí to aj opačne).

Rozoznávame aj **dedičnosť viazanú na chromozóm X.** Ide o dedičnosť znakov, ktorých gény sa nachádzajú v nehomologickom úseku chromozómu X. Typickým príkladom je choroba zrážania krvi, hemofília (v literatúre známa aj ako kráľovská choroba). Postihnutým touto chorobou chýba bielkovina potrebná na zrážanie krvi. Na jej tvorbu je potrebný **gén H,** ktorý sa nachádza v heterologickom úseku chromozómu X. Ochorenie je spôsobené recesívnou alelou **génu h**. To znamená, že na to, aby sa choroba prejavila u muža, bude postačovať 1 recesívna alela. Na prejavenie sa u ženy budú potrebné 2 recesívne alely ($X_hX_h$). Žena s genotypom $X_HX_h$ je považovaná za prenášačku ochorenia (u nej sa neprejaví, ale môže u jej potomstva).




**Obr. 211** Dedičnosť hemofílie (https://openoregon.pressbooks.pub/mhccmajorsbio/chapter/hemophilia-a-sex-linked-disorder-mt-hood-community-college-biology-102/)

**Dedičnosť viazaná na chromozóm Y** je špecifický typ dedičnosti, ktorá sa viaže na chromozóm Y. U ľudí sa nachádza tento chromozóm len u muža, prenos Y-viazaných génov sa odohráva len z otca na syna. Nie je známa žiadna dedičná choroba viazaná na chromozóm Y.

**Korene genetiky**

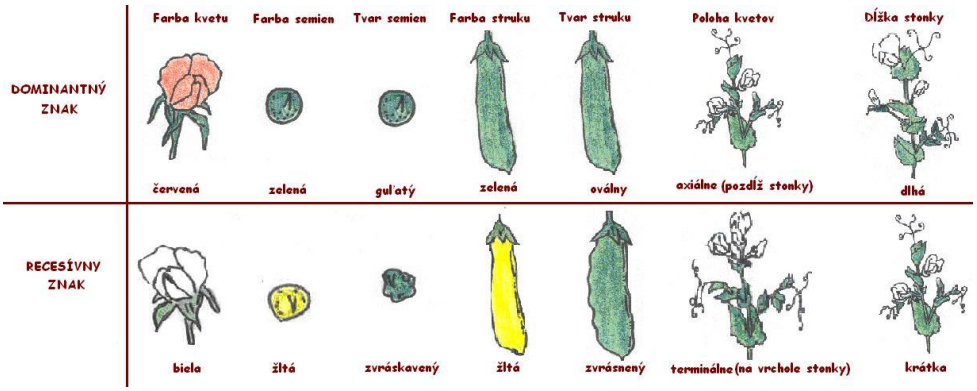
**Gregor John Mendel** (1822-84) bol učiteľ a mních (pochádzal z Moravy). Vykonal mnoho experimentov s hybridizáciou (krížením) rastlín. Zapísal sa do histórie najmä experimentovaním s hrachom siatym. Vypracoval vzorce dedičnosti ešte predtým, ako boli k dispozícii akékoľvek poznatky o génoch, DNA a chromozómoch. Mendelove experimenty a zistenia poskytli rámec pre pochopenie základných mechanizmov dedičnosti a položili základy pre oblasť genetiky.

Základná metóda, ktorú využíval a o ktorú sa opierajú Mendelove zákony, je kríženie. **Kríženie** možno chápať ako pohlavné rozmnožovanie 2 jedincov, ktoré majú rôzny genotyp (súbor všetkých génov bunky/organizmu, ktoré sa v ňom vyskytujú v konkrétnych alelách). Potomkovia, ktorí vzniknú krížením, sa označujú **krížence** (hybridy).

Mendel pri krížení hrachu sledov niekoľko znakov, ako napr. farbu kvetov a semien, ich tvar a pod. Jeho zákony dedičnosti sú vyjadrené ako „zákon uniformity“, „zákon štiepenia“ a „zákon o voľnej kombinácii alel.“.

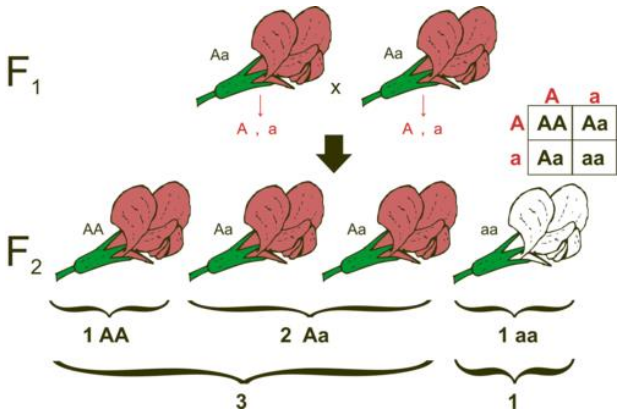
1. **Zákon uniformity prvej generácie** – ak navzájom krížime homozygotné jedince, prvá generácia je genotypovo aj fenotypovo zhodná, t.j. **uniformná**. Tvrdí, že ak sú v organizme prítomné dve alely génu, jedna alela môže byť dominantná nad druhou. Fenotyp alebo fyzický prejav znaku odráža dominantnú alelu. Napríklad u rastlín hrachu existuje gén pre farbu kvetu v dvoch formách, jedna pre fialovú a druhá pre bielu. Ak má rastlina jednu dominantnú alelu pre fialové kvety a jednu recesívnu alelu pre biele kvety, rastlina bude prejavovať dominantný znak a mať fialové kvety. **Dominancia môže byť úplná alebo neúplná**. Úplná dominancia nastáva, keď je dominantná alela plne prejavená a recesívna alela sa vôbec neprejavuje. Neúplná dominancia, známa aj ako *intermediárna dedičnosť*, nastáva vtedy, keď genetická expresia jednej alely kompenzuje chýbajúcu expresiu druhej alely len čiastočne, čo vedie k intermediárnemu fenotypu. Napríklad, ak sa skrížia dve heterozygotné rastliny s červenými a bielymi kvetmi, potomstvo môže mať ružové kvety, čo odráža zmes dvoch rodičovských znakov. Tzn., že napr. pri otázke dedičnosti farby kvetov, ktoré sa dedia gény od oboch rodičov sa výsledná vlastnosť prejaví „niekde medzi nimi“ (biely kvet od matky, červený od otca = ružové potomstvo).

   Zákon dominancie je kľúčovým konceptom v genetike, pretože pomáha vysvetliť vzorce dedičnosti rôznych znakov. Mendel zistil, že mnohé znaky sa dedia *dominantne-recesívnym spôsobom* (dominantno – recesívna dedičnosť), pričom dominantný znak maskuje prejav recesívneho znaku. Uznal však aj to, že niektoré znaky môžu vykazovať neúplnú dominanciu, kde sú obe alely čiastočne prejavené (intermediárna dedičnosť).




**Obr.212** Mendelove experimenty s hrachom
(http://www.iam.fmph.uniba.sk/web/genetika/stranky/andrea/mendelzakon.html)

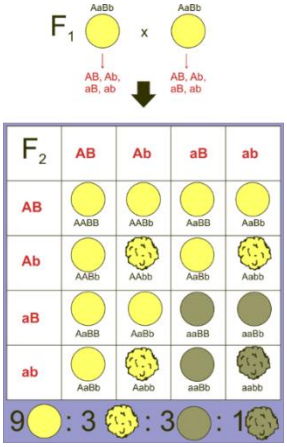
**2. Zákon štiepenia** – ak navzájom krížime heterozygotné jedince, vzniknutá generácia je genotypovo aj fenotypovo odlišná. Potomkovia sa vyštiepili v určitých štiepnych pomeroch. Tento zákon vysvetľuje, že počas tvorby gamét (pohlavných buniek) sa páry alel segregujú alebo oddeľujú od seba, čo vedie k tomu, že každá gaméta nesie iba jednu alelu pre každý gén. Zákon hovorí o nerovnorodosti druhej generácie krížencov, t.j. hovorí nám o tom, aké bude potomstvo po skrížení 2 heterozygotov. Potomkovia budú vykazovať variácie v genotype a fenotype, pričom sa opäť objavia charakteristiky starých rodičov (generácia P). Ak budeme krížiť 2 heterozygotné červenokveté rastliny hrachu (Aa x Aa), tak potomstvo sa bude líšiť aj v genotype a aj fenotype. Pri dominantno-recesívnej dedičnosti sú očakávané pomery 25 % homozygotne dominantné (AA), 50 % heterozygotné (Aa), 25 % homozygotne recesívne (aa). To znamená, že napr. v prípade farby kvetov bude farba kvetov potomstva v fenotype 3 červené : 1 biele a genotypové pomery 1 AA : 2 Aa : 1 aa.




**Obr.213** Zákon segregácie
(https://www.wikiskripta.eu/w/Z%c3%a1kladn%c3%ad_z%c3%a1kony_genetiky)

**3. Zákon o voľnej kombinácii alel –** Tento zákon hovorí o tom, že sa gény navzájom nezávisle dedia, pokiaľ ide o triedenie alel do gamét. Každá možná kombinácia alel pre každý gén sa vyskytuje s rovnakou pravdepodobnosťou. Mendel zistil, že kombinácie znakov u potomkov jeho krížení sa nie vždy zhodujú s kombináciami znakov v rodičovských organizmoch. Hybridy sú schopné tvoriť zo svojich vlôh všetky možné

genotypové kombinácie (všetky typy gamét), pričom všetky druhy gamét sa tvoria s rovnakou pravdepodobnosťou a sú početne rovnako zastúpené. Vzniká teda maximálne množstvo typov pohlavných buniek.




**Obr. 214** zákon nezávislého výberu
(https://www.wikiskripta.eu/w/Z%c3%a1kladn%c3%ad_z%c3%a1kony_genetiky)

**Mutácie**

Mutácie predstavujú náhle zmeny genetického materiálu bunky. Ide o **neusmernené a trvalé zmeny,** ktoré vždy menia genotyp organizmu, pričom sa nemusia navonok prejaviť (fenotypovo).

Mutácie poznáme:

- **Spontánne**, ktoré vznikajú ako chyba pri replikácii DNA (priradí sa k novému vláknu nesprávny nukleotid);
- **Indukované,** ktoré vznikajú pôsobením mutagénov, ktoré môže mať fyzikálnu (UV žiarenie, RTG, atď.) alebo chemickú podstatu (pesticídy, rozpúšťadlá, mykotoxíny, atď.).

Poznáme aj antimutagény, tzv. **antioxidanty**, ktoré zabraňujú tvorbe voľných radikálov. Medzi antioxidanty patrí napr. vitamíny C, E, selén a pod.

Podľa toho, ktorý druh buniek je postihnutý, poznáme mutácie:

- **Somatické** – týkajúca sa telových buniek. Ide o typ mutácie, ktorá sa neprenáša na potomstvo. Postihuje len tkanivo, ktoré vzniklo delením zmutovanej bunky;
- **Gametické** – týkajú sa pohlavných buniek a prenášajú sa na potomstvo.

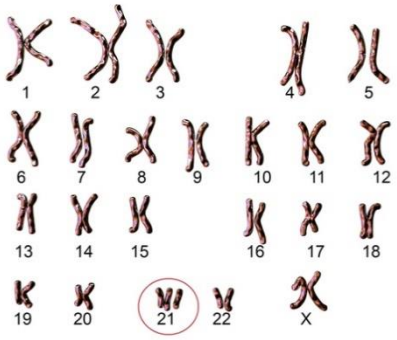
Podľa rozsahu rozoznávame mutácie:

a. Génové
b. Chromozómové
c. Genómové

A***) génové mutácie*** – ide o typ mutácie v jednotlivých génoch, ktorých podstatou je zmena v poradí alebo v počte nukleotidov. Keď je postihnutý len 1 gén, môže to pre organizmus znamenať vážne poruchy, ba dokonca aj smrť. Tento typ mutácie prispieva k diverzite alel v rámci populácie. Táto genetická variácia je kľúčová pre evolučné procesy, pretože poskytuje materiál, na ktorý pôsobí prirodzený výber. Mutácie zavádzajú do populácií nové alely, čím uľahčujú adaptáciu a evolúciu v priebehu času. Príkladom génovej mutácie je kosáčikovitá anémia, ktorá vzniká ako dôsledok mutácie génu, ktorý zodpovedá za tvorbu globulínu (bielkovinový reťazec) v molekule hemoglobínu. Mutácia spôsobuje zmenu tvaru červených krviniek na kosáčikovitý tvar, čím sa znižuje ich výkonnosť. Choroba môže byť život ohrozujúca.

***B) chromozómové mutácie*** – zahŕňajú zmeny v štruktúre chromozómov vrátane zmien v segmentoch chromozómov, celých chromozómoch (napr. ich tvar a štruktúra) alebo dokonca celých sadách chromozómov.

***C) genómové mutácie*** – genóm je súbor všetkých génov v bunke. Keďže mutácie tohto typu zasiahnu všetky gény v bunke, ide o mutáciu s najväčším rozmerom. Vzniká tak, že môže v genóme chýbať alebo byť navyše 1 alebo viac chromozómov, alebo ide o znásobenie celej chromozómovej sady. Príkladom je napr. trizómia 21, kde je 1 chromozóm navyše a je pôvodcom Downovho syndrómu (jedinec má navyše úplnú alebo čiastočnú kópiu 21. chromozómu – spolu ich má teda 47).




**Obr. 215** Trizómia 21 (https://lekar.sk/svetovy-den-downovho-syndromu/)

So znásobením chromozómovej sady sa stretávame najmä pri rastlinách. Tak bola vyšľachtená napr. cukrová repa, ktorá má vysoký podiel cukru.

**Otázky a úlohy:**

1. Ozrejmite rozdiel medzi dedičnosťou a premenlivosťou.
2. Objasnite úlohu DNA v tele človeka.
3. Ktoré 2 procesy sú potrebné pre vznik bielkovín?
4. Charakterizujte genotyp a fenotyp.
5. Aké 2 typy bunkového delenia rozoznávame? Uveďte základný rozdiel medzi nimi.
6. Čím sa preslávil Mendel v oblasti genetiky?
7. Uveďte, ako sa delia mutácie, podľa druhu postihnutých buniek.

# 10 Evolúcia

**Rozmanitosť organizmov, živých aj vyhynutých, je výsledkom evolúcie**.

Všetok dnešný život pochádza priamo z univerzálneho spoločného predka, ktorým bol jednoduchý jednobunkový organizmus. Počas nespočetných generácií zmeny vyplývajúce z prirodzenej rozmanitosti v rámci druhu vedú k výberu tých jedincov, ktorí sú najvhodnejší na prežitie za určitých podmienok. Druhy, ktoré nie sú schopné dostatočne reagovať na zmeny vo svojom prostredí, vymierajú.

Rozvoj tejto predstavy pre deti vo veku 5-7 rokov sa predpokladá v rozsahu, že deti vedia, že na svete dnes existuje mnoho rôznych druhov rastlín a živočíchov, ale aj takých druhov, ktoré žili kedysi, ale v súčasnosti sú vyhynuté. Vieme o nich zo skamenelín.

Žiaci vo veku 7-11 rokov vedia, že živočíchy a rastliny sa zaraďujú do skupín a podskupín podľa ich podobností. Napríklad v skupine živočíchov, ktoré nazývame vtáky sa nachádza podskupina, ktorú nazývame vrabce a v rámci tejto podskupiny identifikujeme jednotlivé druhy, ako napríklad vrabec domový, vrabec stromový, vrabec poľný a pod. Organizmy rovnakého druhu produkujú viac rovnakých druhov. Rôzne druhy sa nemôžu krížiť, pretože by nevytvorili plodné potomstvo. Hoci sú si organizmy toho istého druhu veľmi podobné, trochu sa od seba líšia. Jedným z výsledkov pohlavného rozmnožovania je, že potomkovia nikdy nie sú úplne ako ich rodičia (Harlen, 2015).

**Vznik života**

Vznik života na Zemi sa spája s rôznymi hypotézami. Jedna z nich hovorí o tom, že pred mnohými rokmi sa náhodnou kombináciou chemických zlúčenín začal na Zemi život. Naša Zem má približne 4,5 miliardy rokov. Vedci sa domnievajú, že pred 4,3 miliardami rokov sa na Zemi mohli vytvoriť podmienky vhodné pre vznik života. **Najstaršie známe fosílie však majú „iba“ 3,7 miliardy rokov.**

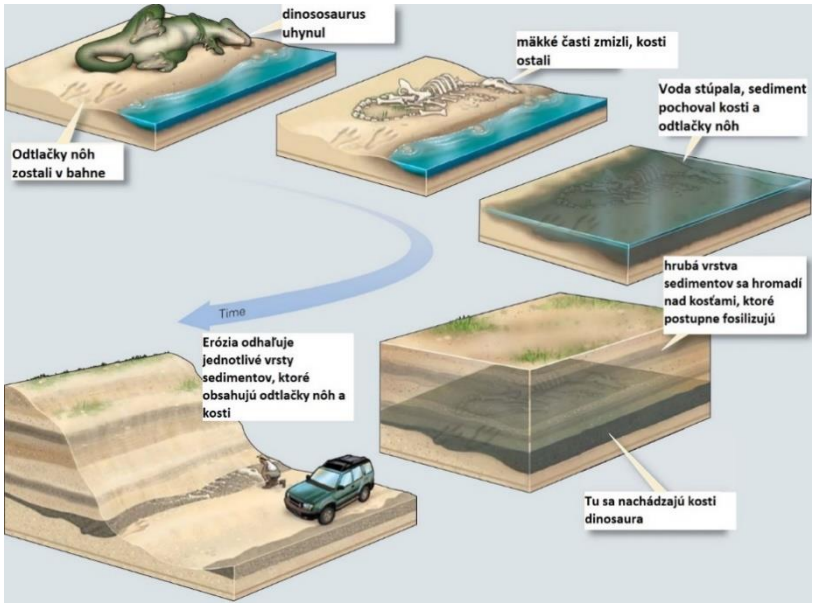
Na základe poznatkov o tom, ako sa formovala Zem od svojho vzniku, sa vedci pokúsili vytvoriť rôzne teórie, ako mohol vyzerať prvý život na Zemi, keďže z tohto obdobia nemáme žiadne fosílie. Počasie bolo extrémne horúce, sopky boli aktívne a zároveň pôsobilo extrémne silné UV žiarenie. Tieto podmienky viedli vedcov k úvahám o tom, aké formy života sú schopné odolať takýmto podmienkam. Podobné odolné organizmy existujú aj dnes. Niektorým mikroorganizmom sa darí v horúcom, veľmi kyslom prostredí horúcich prameňov, alebo v hlbokomorských hydrotermálnych prieduchoch (miesto, kde sa dostáva morská voda do kontaktu s magmou na oceánskom dne). Mikroorganizmy, ktoré žijú v týchto oblastiach, viedli niektorých vedcov k tomu, aby ich označili ako rodisko prvých foriem života na Zemi.

Organizmy od svojho vzniku sa začali formovať a vyvíjať. Prežili vďaka tomu, že sa dokázali prispôsobiť vonkajším podmienkam a postupne vytvárali dokonalejšie formy prispôsobené prostrediu. Tento proces nazývame **evolúcia** a viedol k rozvoju rozmanitosti v živote na Zemi.

**Skameneliny**

Dôkazy o predchádzajúcom živote a procese evolúcie nachádzame vo fosíliách, ktoré majú podobu kostí, zubov a schránok organizmov. Prostredníctvom ich štúdia dokážeme určiť, ako sa život vyvíjal. Fosílie študuje vedná disciplína, ktorá sa nazýva paleontológia. Vedci, paleontológovia, sú odborníci v hľadaní, identifikácii a zachovávaní nájdených fosílií.

**Skamenelina (fosília)** je objekt, ktorý zachováva tvar/stopy žijúceho organizmu (rastliny alebo živočícha), ktorý zahynul pred miliónmi rokov. Po uhynutí organizmu sa jeho pozostatky rozložia a rozpadnú (aj vďaka dekompozítorom). Niektoré časti majú však väčšiu šancu sa zachovať až do súčasnosti. Ide napríklad o schránky, kosti či zuby. V priebehu času sa dostanú pod zemský povrch, kde sú spevnené minerálmi rozpustenými v spodnej vode. Následne stvrdnú a vzniká fosília. Naproti tomu mäkké časti živočíchov alebo rastlín sa zachovávajú veľmi zriedkavo. Zapustenie hmyzu do jantáru (proces nazývaný **fosilizácia živice**) a zachovanie tiel mamutov v ľade sú zriedkavými, ale pozoruhodnými príkladmi fosílneho zachovania mäkkých tkanív. Listy, stonky a iná rastlinná hmota sa môže zachovať procesom **karbonizácie**, pri ktorom sa takéto časti sploštia medzi dvoma vrstvami horniny. Väčšina fosílií sa zachováva vo vodnom prostredí, pretože zvyšky pevniny sa ľahšie ničia. Anaeróbne podmienky na dne morí alebo iných vodných plôch sú obzvlášť priaznivé pre zachovanie jemných detailov, pretože tam nie je prítomná žiadna fauna (okrem anaeróbnych baktérií), ktorá by zvyšky rozložila, čo spomaľuje rozklad.



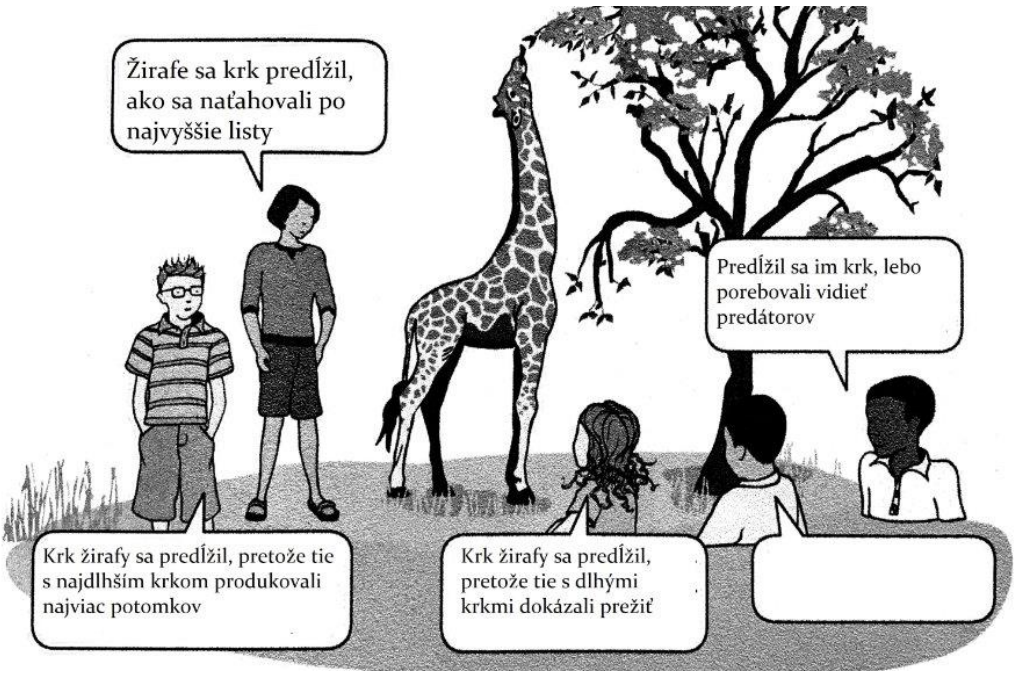

**Obr. 216** Vznik fosílií (https://geologyscience.com/geology-branches/paleontology/fossils/)

**Evolúcia** je proces, pri ktorom biologické populácie v priebehu nasledujúcich generácií prechádzajú zmenami vo svojich zdedených vlastnostiach. Základnou myšlienkou evolúcie je, že **vlastnosti prospešné pre prežitie organizmu v jeho prostredí sa v nasledujúcich generáciách stávajú bežnejšími**, zatiaľ čo tie menej výhodné sa môžu znižovať alebo miznúť.

Tzn., že rôzne druhy rastlín, živočíchov a iných živých organizmov na Zemi majú svoj pôvod v iných, už existujúcich typoch a že rozoznateľné rozdiely sú spôsobené modifikáciami v

nasledujúcich generáciách. Teória evolúcie je jedným zo základných kameňov modernej biologickej teórie.

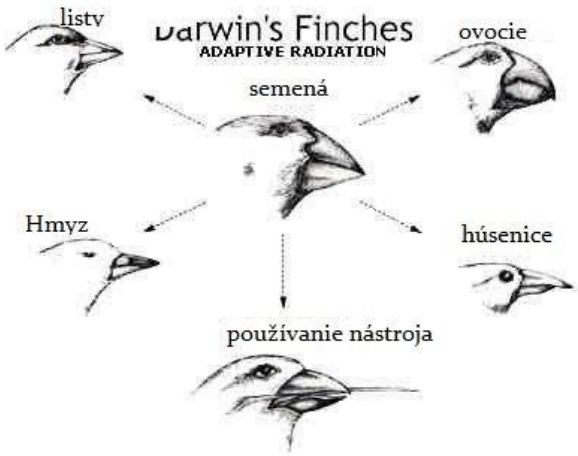
Prezrite si obrázok concept cartoons©, v ktorom sa rieši, prečo sa žirafám predĺžil krk (pôvodne existovali žirafy s krátky krkom). Rozhodnite, s ktorým výrokom/výrokmi súhlasíte a prečo.




**Obr. 217** Concept cartoons© Ako sa vyvinuli žirafy? (Naylor a kol., 2021)

Živočíchy toho istého druhu nie sú nikdy identické – vždy existujú medzi nimi nejaké malé rozdiely (variácia). Tieto variácie vznikajú náhodne a môžu živočícha, u ktorého sa objavia, zvýhodniť a tak mu umožniť prežitie. Ak živočích prenesie túto variáciu na svoje potomstvo, tak aj jeho potomstvo bude zvýhodnené. V priebehu miliónov rokov to môže viesť k zmenám v druhu alebo dokonca k vzniku úplne nových druhov. Jednotlivé živočíchy sa však nemenia – ide o populáciu živočíchov, ktorá sa postupne mení počas dlhého časového obdobia (evolúcia).

Teória evolúcie sa asi najviac spája s menom **Charles Darwin**, ktorý evolúciu vysvetľoval vďaka **prirodzenému výberu a dedičným zmenám.** Predpokladal, že organizmy majú variabilitu vo svojich vlastnostiach a tie, ktorých vlastnosti sú lepšie prispôsobené prostrediu, majú väčšiu pravdepodobnosť prežitia a rozmnožovania sa. Darwinova kniha O pôvode druhov tieto myšlienky podrobne načrtla a zdôraznila úlohu konkurencie o obmedzené zdroje pri formovaní evolučných výsledkov.




**Obr. 218** Darwinove pinky (https://sk.pinterest.com/pin/adaptive-radiation-in-darwins-finches--101964379034356167/)

Darwinove pinky vysvetľujú proces nazývaný **adaptívna radiácia**, ktorá označuje adaptáciu (prostredníctvom genetickej mutácie) organizmu, ktorá mu umožňuje úspešné šírenie do iných prostredí. Adaptívna radiácia vedie k speciácii (vznik nových druhov) a používa sa iba na opis živých organizmov.

Darwinove pinky sa nazývajú podľa Charlesa Darwina, ktorý pozoroval pinky počas svojej plavby na súostrovie Galapágy. Niektoré pinky boli také odlišné od ostatných, že si Darwin najprv neuvedomil, že sú to všetky pinky. V skutočnosti to boli rôzne druhy piniek s rôznymi zobákmi, napr. niektoré mali dlhé, úzke zobáky, zatiaľ čo iné mali krátke a hrubé zobáky. Darwin dospel k záveru, že vlastnosti rôznych populácií piniek sa v priebehu času menili a že tieto variácie súviseli s rôznym prostredím na ostrovoch. Každý typ zobáka sa vyvinul pre špecifickú úlohu. Napríklad tam, kde bola na zemi veľká zásoba semien, sa stali bežnejšie pinky s krátkym zobákom, pretože vďaka týmto zobákom dokázali lepšie otvárať semená.

Výsledkom adaptívnej radiácie je aj farba pokožky u ľudí, ktorá je regulovaná prítomnosťou melanínu, prirodzeného pigmentu. Ľudia so svetlou pleťou produkujú prevažne feomelanín, ktorý má červenožltý odtieň, zatiaľ čo ľudia s tmavou pokožkou produkujú prevažne eumelanín, ktorý má tmavohnedú farbu.

**Evolúcia je spôsobená súhrou troch princípov:**

1. **variácie** – v rámci akejkoľvek populácie vykazujú jednotlivci variácie vo vlastnostiach. Tieto variácie môžu byť dedičné, čo znamená, že sa môžu prenášať z jednej generácie na druhú. Variácie vznikajú v dôsledku genetických mutácií, rekombinácií a iných genetických mechanizmov.
2. **boj o existenciu** – ktorý určuje variácie, ktoré prinesú výhody v danom prostredí, a tým menia druhy prostredníctvom selektívnej miery reprodukcie. Organizmy sa množia v geometrickom pomere, zatiaľ čo zásoby potravy rastú v aritmetickom pomere. To spôsobuje prudkú rivalitu medzi organizmami o zabezpečenie prežitia získaním najväčšieho množstva potravy a úkrytu.

3. **prirodzený výber –** jedince s vlastnosťami, ktoré sú výhodné pre ich prežitie a reprodukciu v danom prostredí, majú vyššiu pravdepodobnosť prežitia a odovzdania svojich vlastností ďalšej generácii = prirodzený výber.

Postupom času sa prospešné vlastnosti v populácii stávajú bežnejšími, zatiaľ čo menej výhodné vlastnosti ubúdajú. Prirodzený výber je ako súťaž v prírode. Víťazi dokážu prežiť a ďalej sa rozmnožovať, a tým šíriť svoje gény ďalej. Ak sa prostredie zmení, prirodzený výber potom prinúti organizmy vyvíjať sa iným smerom, aby sa prispôsobili novým okolnostiam.

Väčšina piadiviek brezových (motýľ) má svetlé krídla. Tmavej forme piadivky sa darí na miestach s kôrou stmavnutou od exhalátov, kde ju vtáky ťažšie spozorujú. Ide o jav zaznamenaný v priemyselne znečistených oblastiach, kde sa prirodzene vyskytuje tento druh motýľa. Prirodzený výber tu zabezpečujú vtáky, ktoré sa kŕmia motýľmi. Po stmavení kôry vplyvom priemyselného znečistenia začala v populácii prevládať tmavá forma motýľa, ktorá bola pre vtákov menej nápadná.

**Pohlavný výber**

Charles Darwin sformuloval okrem prirodzeného výberu aj pohlavný výber (sexuálny výber). **Pohlavný výber** ovplyvňuje úspech jednotlivcov pri rozmnožovaní. Myšlienka pohlavného výberu predpokladá, že živočíchy s výraznými fyzickými vlastnosťami (napr. nápadné sfarbenie, veľkosť, rôzne „ozdoby“ na tele) sú zvýhodňované pri hľadaní si partnera. Prirodzený výber však tvrdí, že tieto „zlepšenia“ takéhoto jedinca znevýhodňujú pri prežití, pretože ho robia viac viditeľným, príp. obmedzujú jeho pohyb (napr. dlhé letky bažanta *Argusa*). Samce a samice určitých druhov sa od seba často dosť líšia aj v iných ohľadoch, ako sú odlišné reprodukčné orgány. Samce sú napríklad často väčšie a farebnejšie, ako napríklad páví chvost, zatiaľ čo samice bývajú menšie a menej výrazne. Tieto rozdiely sú známe ako **pohlavný dimorfizmus.**

**Obr. 219** Pohlavný dimorfizmus u kačice divej (https://a-z-animals.com/reference/sexual-dimorphism/)

Pohlavný výber prináša pre takto zvýhodnených samcov častejšie párenie sa a zvýhodnený prístup k jednej alebo viacerým reprodukčným samiciam. Naopak, samica tým, že si vyberá

„zvýhodneného“ partera, môže maximalizovať návratnosť energie, ktorú investuje do reprodukcie.

**Obr. 220** Bažant *Argus*
(https://www.reddit.com/r/AnimalPorn/comments/2iowhg/a_pair_of_great_argus_pheasants_argusianus_argus/)

Pri pohlavnom výbere Darwin rozlišoval intersexuálny a intrasexuálny výber.

- **Intrasexuálny výber** – spočíva v priamom konkurovaní mnohých samcov o samicu;
- **Intersexuálny výber** – partneri rovnakého pohlavia dávajú prednosť jedincom druhého pohlavia. Jednoducho povedané, že samce si konkurujú a samice si vyberajú (v menšej populácii to môže byť aj naopak).

V rámci pohlavného výberu si jedince vyberajú partnerov na základe rôznych faktorov, ako je napr. ich veľkosť, ponúkané dary, sfarbenie, veľkosť, zdravotný stav a pod.

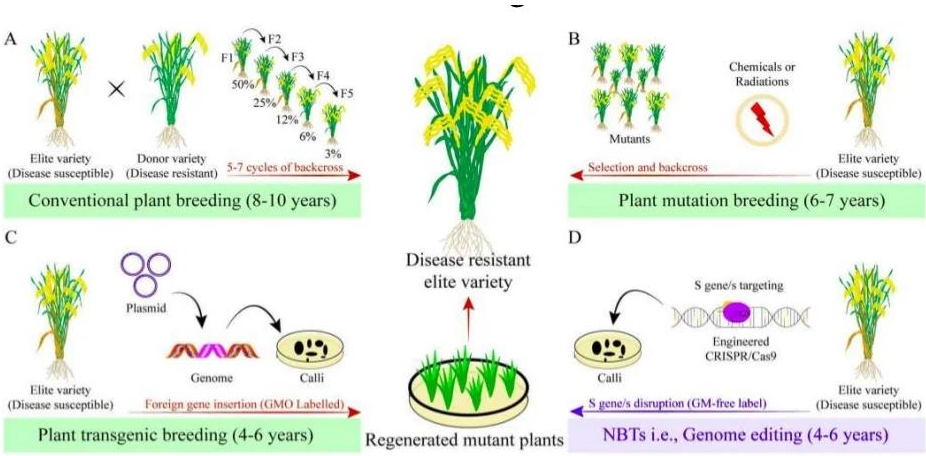
**Umelý výber**

Okrem pohlavného a prirodzeného výberu poznáme aj umelý výber, ktorý predstavuje umelý zásah (nie zo strany prírody, ale človeka) do vlastností organizmov. Označuje sa aj ako **selektívne šľachtenie** výsledkom ktorého je organizmus s prospešnými alebo požadovanými vlastnosťami.

Chov holubov bol v Anglicku v Darwinovej dobe populárnym koníčkom. Výberom holubov, ktoré sa mohli páriť, ľudia výrazne ovplyvnili ich vzhľad, napríklad tvar a veľkosť zobákov a farbu peria. Chov psov je ďalším príkladom umelého výberu. Hoci všetky psy majú spoločného predka, umelý výber umožnil ľuďom zásadne meniť ich vzhľad. Po stáročia boli psy šľachtené pre rôzne požadované vlastnosti, čo viedlo k vytvoreniu širokej škály plemien, od drobných čivav či ratlíkov až po obrovské nemecké dogy, alebo vlkodavov.

## Šľachtenie rastlín

Dnes existuje mnoho šľachtiteľských metód, ktorých cieľom je zvyšovanie produkcie. Aj napriek tomu vo všeobecnosti stále dominujú **klasické techniky šľachtenia** (napr. šľachtenie líniových odrôd, samoopelivých odrôd, a pod.). Okrem toho existujú aj iné techniky, ako napr. **mutačné šľachtenie** (využívanie fyzikálnych a chemických mutagénov), **šľachtenie pomocou markerov** (molekulárne markery, mapovanie QTL), **šľachtenie s genetickou modifikáciou** (transgenný prístup a iné techniky GM), ale aj rôzne ekologické prístupy aplikované pri šľachtení rastlín. Tieto nové techniky sú vo svete značne rozšírené, ale v EÚ (a teda aj na Slovensku) sú zakázané. Ide o všetky špeciálne šľachtiteľské metódy pomocou úpravy génov, ktoré umožňujú generovanie geneticky modifikovaných organizmov.[5]

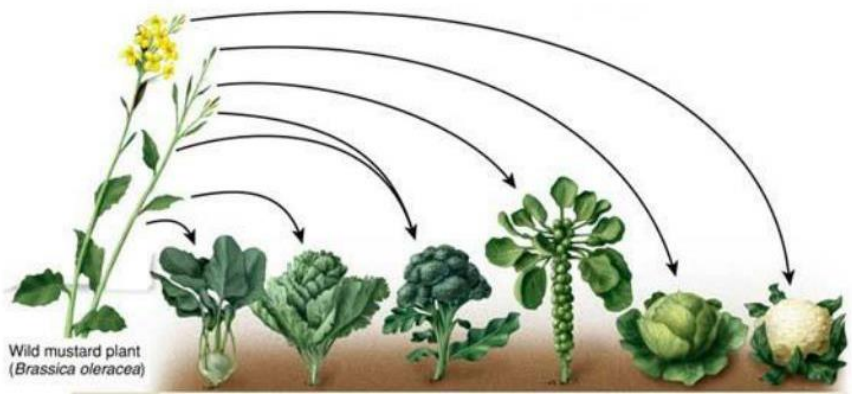



Ahmad *et al*., 2020

**Obr. 221** Rôzne metódy šľachtenia rastlín (https://www.slideshare.net/slideshow/successes-and-limitations-of-conventional-plant-breeding-methods/250070696)

Horčica obyčajná (*Brassica oleracea*) prešla v priebehu stáročí významným šľachtením a selekciou zo strany ľudí. Poľnohospodári ju selektívne šľachtili pre špecifické vlastnosti, ako je napr. zhrubnutie stonky, listov a pod. Tento proces viedol k vývoju rôznych odrôd, ako napríklad brokolica, karfiol a kapusta, a pod.

[5] Pozri bližšie: Hozlár (2023). Svetové, európske a slovenské šľachtenie rastlín (dotupné na: https://nasepole.sk/svetove-europske-a-slovenske-slachtenie-rastlin/#:~:text=V%20s%C3%BA%C4%8Dasnosti%20sa%20ale%20st%C3%A1le%20viac%20do%20popredia,vo%20svete%20aj%20ekologick%C3%A9%20pr%C3%ADstupy%20v%20%C5%A1%C4%BEachten%C3%AD%20rastl%C3%ADn.)




**Obr. 222** Šľachtenie horčice obyčajnej (https://www.slideserve.com/toviel/chapter-13-the-environment-and-change-over-time)

Šľachtenie sa uplatňuje aj pri hospodárskych zvieratách, ktoré je legislatívne stanovené zákonom č. 194/1998 Z. z. Zákon o šľachtení a plemenitbe hospodárskych zvierat dokonca vytvorených prostredníctvom umelého výberu.

Evolučné zmeny sú poháňané niekoľkými mechanizmami, ako je prirodzený výber, genetický drift, mutácie a tok génov. Tieto procesy spoločne ovplyvňujú genetické zloženie populácií v priebehu času, čo vedie k zmenám znakov a niekedy aj k vzniku nových druhov.

- **Mutácie** – náhodné zmeny v DNA organizmu. Tieto zmeny môžu do populácie zaviesť nové genetické variácie. Zatiaľ čo mnohé mutácie sú neutrálne alebo škodlivé, niektoré môžu poskytnúť prospešné vlastnosti, ktoré zvyšujú prežitie. Tieto prospešné mutácie sa môžu preniesť na budúce generácie a viesť k evolučným zmenám;
- **Prirodzený výber** – vysvetlený vyššie;
- **Genetický drift** – vzťahuje sa na náhodné zmeny vo frekvenciách alel, najmä v malých populáciách. Je spôsobený skôr náhodnými udalosťami než selekčným tlakom. V malých populáciách sa určité alely môžu stať viac či menej bežnými náhodou, čo vedie k významným zmenám v genofonde. Udalosti ako prírodné katastrofy alebo efekt zakladateľa (prípad, keď malá skupina vytvorí novú populáciu), môžu genetický drift zintenzívniť.

**Vznik nových druhov**

**Biologickú druh** je skupina organizmov (populácia), ktoré dokážu vytvoriť nové plodné jedince, a teda môžu mať ešte viac potomkov. Preto dva organizmy, ktoré sa nedokážu rozmnožovať a vytvárať plodné potomstvo, sú odlišné druhy.

Typickým príkladom sú mulice (mulica, potomok samca koňa a samice osla), ktoré sú veľmi odolné a silné živočíchy, avšak úplne sterilné (neplodné). Je to z toho dôvodu, že kone majú 64 chromozómov a osly 62, takže keď sa tieto dva druhy krížia, ich potomstvo, t.j. mulica má 63 chromozómov. Keďže ide o nepárne číslo, nie je možné, aby sa rovnomerne rozdelili na dve časti. To znamená, že mulica nemôže produkovať spermie a vajíčka, ktoré nesú presne polovicu chromozómov.

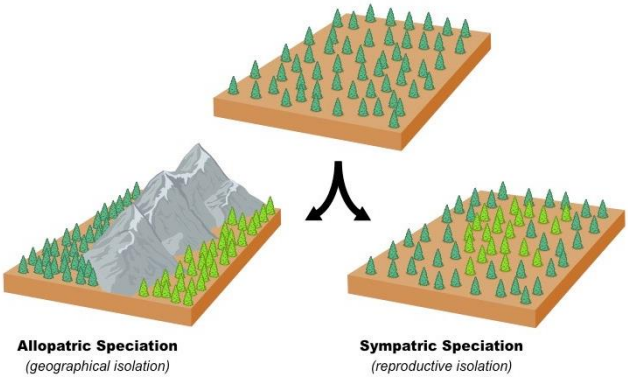
Štúdium zedonkov (kríženec osla a zebry) a iných hybridov sa často zameriava na posúdenie ich životaschopnosti a zdravia. Okrem už spomínanej zníženej plodnosti môžu takéto hybridné živočíchy trpieť aj zdravotnými problémami v dôsledku genetických rozdielov medzi ich rodičovskými druhmi. Zedonky sú však vo všeobecnosti považované za zdravé, pričom niektoré jedince dosiahnu dospelosť a dokonca sa rozmnožujú, hoci ich potomstvo nemusí byť vždy plodné. Tento aspekt biológie zedonkov zdôrazňuje zložitosť druhovej kompatibility.

**Obr. 223** Zedonk (https://sk.wikipedia.org/wiki/Zedonk)

Mnohé odlišné druhy však majú rovnaký počet chromozómov. Napríklad všetky ľudoopy (okrem ľudí) majú celkovo 48 chromozómov usporiadaných v 24 pároch. Ak sú všetky ostatné podmienky rovnaké, znamená to, že by pre ne malo byť jednoduchšie sa krížiť ako pre kone a osly. Avšak v praxi sa kríženie medzi druhmi veľmi zriedka deje kvôli reprodukčným izoláciám, rozdielom vo veľkosti, správaní a genetickej regulácii.

Ako sme už uviedli, prirodzený výber či genetický drift, formujú vlastnosti organizmov a časom môžu viesť k vzniku nových druhov. **Evolučné procesy, ako je speciácia**, sa vzťahujú na pôvod nových druhov. Rozoznávame 2 hlavné mechanizmy, ktorými vznikajú nové druhy:

1. **Alopatrická speciácia** – slovo alopatrický pochádza z gréckych slov *allos*, čo znamená iný a *patris*, čo znamená vlasť. Alopatrická speciácia nastáva, keď sa populácia organizmov oddelí alebo izoluje od svojej hlavnej skupiny. V dôsledku toho sa frekvencie alel v izolovanej populácii začnú meniť vplyvom prirodzeného výberu, genetického driftu alebo mutácií, pričom sa populácia prispôsobuje odlišným podmienkam, ako sú iní predátori, klíma, konkurencia či dostupnosť zdrojov. Príkladom môžu byť zmeny v topografii krajiny v dôsledku zemetrasení, semená rozptýlené vetrom alebo odnesené v riekach, záplavy či erózia. Patria sem aj Darwinove pinky.
2. **Sympatrická speciácia** – slovo sympatrický pochádza z anglickej predpony *sym-*, čo znamená rovnaký alebo spolu a gréckeho slova *patris* (vlasť). Tento typ špecifikácie sa vyskytuje v populácii bez geografickej izolácie, t.j. nové druhy pochádzajú z jedného predka bez akéhokoľvek geografického rozdelenia. Tento proces zahŕňa napr. také udalosti, ako je reprodukčná izolácia v dôsledku zmien v správaní (napr. rozdiely v párení, časoch rozmnožovania alebo preferenciách partnera). Kľúčovým prvkom sympatrickej speciácie je posilňovanie – prirodzený výber podporuje znaky, ktoré minimalizujú kríženie medzi odlišujúcimi sa skupinami, čím sa reprodukčná izolácia upevňuje a vznikajú nové druhy.



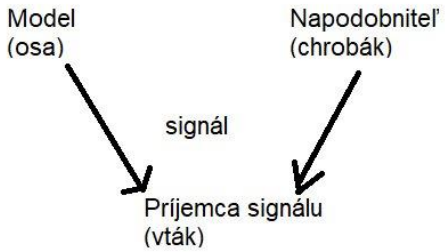

3.

**Obr.224** Alopatrická a sympatrická speciácia (https://vivadifferences.com/8-difference-between-allopatric-speciation-and-sympatric-speciation-with-examples/)

**Maskovanie**

V prírodnom svete je prežitie kľúčové. Živočíchy si vyvinuli rôzne adaptácie, ktoré im pomáhajú vyhýbať sa predátorom a nájsť si potravu. Dve z najbežnejších adaptácií sú **kamufláž a mimikry**. Hoci sa kamufláž a mimikry často používajú zameniteľne, existuje medzi nimi kľúčový rozdiel. Kamufláž je o splynutí s prostredím, zatiaľ čo mimikry sú o napodobňovaní iného organizmu.

**Mimikry** – jeden organizmus sa vyvíja tak, aby sa podobal inému. Môže byť použitý *na obranu* alebo *na útok.* Mimikry sa môžu týkať vzhľadu, správania alebo dokonca zvuku. Napríklad niektoré hady (*Columber constrictor*) dokážu napodobňovať štrkáča, aby odradili predátorov. Mimikry môžeme vysvetliť na základe nasledujúcej schémy:




**Obr. 225** Schematické znázornenie mimikry

Modelový organizmus (osa) vysiela signál, ktorý spúšťa stereotypnú reakciu u príjemcu (vták) signálu. Napodobniteľ ovláda existujúci komunikačný kanál medzi modelom a príjemcom signálu. Signál vysielaný napodobniteľom spúšťa stereotypnú reakciu u príjemcu signálu, pretože je vnímaný ako modelový organizmus.

Mimikry možno rozdeliť do troch hlavných typov:

A. **Batesovské mimikry**: táto forma mimikry je stratégia prežitia, kde neškodný druh napodobňuje výzorom jedovatý alebo nebezpečný druh. Je pre ne typický *aposematizmus*, t.j. vysielanie signálov (napr. výrazné sfarbenie, chuť, správanie), ktoré varujú predátorov, že nie sú vhodné na konzumáciu. Predátori sa im časom začnú vyhýbať. Týmto spôsobom dokážu napodobnitelia odradiť potenciálnych predátorov. Príkladom je pestrica ríbezľová, ktorá má čierno-žlté sfarbenie ako sršeň.

**Obr. 226** Pestrica ríbezľová
(https://www.nahuby.sk/obrazok_detail.php?obrazok_id=254587)

Ďalším príkladom je motýľ babôčka vŕbová, ktorý sa veľmi podobá toxickému motýľovi monarchovi.

**Obr. 227** Motýľ Monarcha a babôčka (https://zooologist.com/why-do-viceroy-butterflies-copy-the-monarch-butterflies/)

B. **Müllerovské mimikry** – tento typ mimikry zahŕňa viacero druhov, ktoré sú všetky jedovaté alebo nebezpečné a všetky majú podobný vzhľad. Možno to označiť ako kooperatívnu obrannú dohodu medzi týmito druhmi, ktoré majú rovnakého nepriateľa. Príkladom sú rôzne druhy včiel, ôs či sršňov. Ich čierno-žlté sfarbenie signalizuje nepriateľovi, že pri pokuse o ich zjedenie sa môžu stretnúť so žihadlom.

C. **Agresívne mimikry** – ide o formu mimikry, kde sa predátor maskuje ako niečo neškodné alebo prospešné, aby sa nečakane priblížil ku koristi. Je to prefíkaná taktika, ktorú používajú predátori, aby sa priblížili k svojmu cieľu bez toho, aby vyvolali poplach. Vystihuje to frazeologizmus „o vlkovi v ovčom rúchu“. Napr. ryba čert morský láka v podmorskej tme svetielkom okolité ryby. Môže ísť aj o chemické mimikry, ktoré zahŕňajú produkciu vôní alebo feromónov, ktoré napodobňujú vône koristi alebo partnera cieľa. To umožňuje prilákať svoju obeť z diaľky. Behaviorálne mimikry dopĺňajú vizuálne a chemické klamy, kde napodobniteľ imituje pohyby, volanie alebo iné aktivity neškodného druhu.

**Obr. 228** Čert morský (https://en.wikipedia.org/wiki/Aggressive_mimicry)

Ďalším príkladom agresívneho mimikry sú kukučky, ktoré sa označuje ako **hniezdny parazitizmus.** Kukučky využívajú iné druhy vtákov na „výchovu“ a starostlivosť svojich mláďat. Hostiteľský druh sa o vajce kukučky stará, zahrieva ho a po vyliahnutí kukučie mláďatá často zahubia ostatné mláďatá.

Mimikry nachádzame aj u rastlín. Sukulenty *Lithops* a *Conophytum* sa vyvinuli tak, aby splynuli s okolím (vyzerajú ako kamene). Tieto rastliny si vyvinuli túto stratégiu prežitia, ktorá sťažuje bylinožravcom ich spozorovanie a následnú konzumáciu.

**Obr.229** Sukulent *Lithops* (https://www.cactusspot.com/en/online-shop/lithops2/lithops-villetii-ssp-deboeri-c231/)

Známym rastlinným mimikry sú napr**. Vavilove mimikry**. Nikolai Ivanovich Vavilov bol ruský botanik, ktorý zistil, že niektoré buriny sa prispôsobili svojim vzhľadom tak, aby prežili v agrárnych spoločnostiach. Vavilovské mimikry vyžadujú tri faktory: **model** – plodinu alebo požadovanú rastlinu; **napodobniteľa** – burinu; a **operátora** (prijímateľa signálu) – t.j. rozlišovacieho činiteľa, prípadne človeka, živočícha či stroj. Operátor burinu vníma ako vizuálne, fyzicky alebo biochemicky nerozoznateľnú od modelu plodiny. Vavilov zistil, že

mnohé, v súčasnosti pestované rastliny, pochádzajú z buriny, ktorá zamoruje plodiny starších pestovaných druhov.[6] Ide vlastne  o umelý výber zo strany ľudí.

**Kamufláž**

Kamufláž sa vzťahuje na použitie sfarbenia, vzorov alebo iných vizuálnych techník, ktoré pomáhajú organizmu splynúť s okolím, čím sťažujú predátorom alebo koristi jeho odhalenie. V podstate ide o formu vizuálneho klamu, ktorú používa nespočetné množstvo druhov na zaistenie svojho prežitia v prostredí.

Kamufláž možno rozdeliť do niekoľkých foriem na základe stratégií a vzorov, ktoré organizmy používajú na splynutie s okolím:

- **zladenie farieb:** farba tela organizmu sa vo veľkej miere zhoduje s farbami okolitého prostredia. Mnoho živočíchov, ako napríklad chameleóny a niektoré žaby, používajú kamufláž na splynutie so svojím okolím;
- **narušujúce sfarbenie**: organizmy s narušujúcim sfarbením majú výrazné vzory, škvrny alebo pruhy, ktoré „rozbíjajú“ ich obrys, čím sa sťažuje ich odhalenie. Napríklad zebry používajú rušivé sfarbenie na zmätenie predátorov alebo naopak, leopardy na zmätenie koristi;

**Obr. 230** Leopard (https://gurneyjourney.blogspot.com/2015/03/disruptive-coloration.html)

- **mimetizmus**:  živočíchy napodobňujú predmety alebo iné organizmy vo svojom prostredí. Napríklad pakobyľky pripomínajú vetvičky, listonosné gekóny vyzerajú ako odumreté listy a hmyz vyzerá ako listy. Napr. Mimetizmus u larvy piadivky *Ennomos quercinaria* napodobňujúcej bočný  konárik dreviny;

[6] Pozri bližšie: McElroy JS. Vavilovian Mimicry: Nikolai Vavilov and His Little-Known Impacton Weed Science. *Weed Science*. 2014;62(2):207-216. doi:10.1614/WS-D-13-00122.1. Dostupné z: https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/vavilovian-mimicry-nikolai-vavilov-and-his-littleknown-impacton-weed-science/1B0263622E208DA4548BF0BCB918F255

**Obr.231** Larva piadivky (https://lepiforum.org/wiki/page/Ennomos_quercinaria)

- **protitieňovanie**: tento typ zahŕňa tmavšie sfarbenie na hornej strane tela a svetlejšie sfarbenie na spodnej strane. Pomáha živočíchom pôsobiť plocho a menej nápadne pri pohľade zhora alebo zdola. Svetlo zhora (napr. zo slnka) osvetľuje vrchnú časť tela a zanecháva spodnú v tieni – týmto spôsobom kompenzuje prirodzený tieň (spodná časť tela pôsobí svetlejšie a horná tmavšie, čo znižuje vnímanie trojrozmernosti a robí organizmus menej nápadným pre predátorov alebo korisť.). Príkladom sú ryby, jelene či vtáky.

**Obr. 232** Kapor obyčajný (https://hierarchystructure.com/kapor-oby%C4%8Dajn%C3%BD--zivot-k.html)

- **Sezónna kamufláž:** niektoré živočíchy menia svoje sfarbenie v závislosti od ročných období. Napríklad zajac polárny  je v lete hnedý a v zime biely, aby splýval s meniacou sa krajinou.

**Obr. 233** Zajac polárny (https://www.medianauka.pl/zajac-polarny)

Kamufláž sa neobmedzuje len na živočíšnu ríšu. Ľudia sa inšpirovali týmito stratégiami maskovania živočíchov pri výrobe vojenského, či poľovníckeho oblečenia.

Rôzne taktiky prežitia využívajú aj **rastliny**, ktoré si vyvinuli pozoruhodné adaptácie umožňujúce im prosperovať aj v tých najnáročnejších podmienkach. Môže ísť napr. o stratégie **šetrenia vody**, prilákanie opeľovačov alebo odstrašenie predátorov. Najlepšie hospodáriť s vodou vedia sukulenty, ktoré dokážu nielen prežiť, ale dokonca prosperovať v prostredí s nedostatkom vody. Tieto rastliny majú hrubé, mäsité listy alebo stonky, ktoré fungujú ako rezervoáre vody, čo im umožňuje absorbovať a udržiavať vlhkosť počas období sucha.

Ďalším zaujímavým príkladom adaptácie rastlín sú rastliny, ktoré **potrebujú oheň** na to, aby vyklíčili. Rastliny ako napr. banksia, majú plody, ktoré sú úplne uzavreté živicou. Tieto plody sa môžu otvoriť a uvoľniť semená až po tom, čo teplo z ohňa roztopí živicu. Eukalyptus má špecializované púčiky, ktoré sú chránené pod kôrou kmeňov. Keď stromy spália, tieto púčiky sa objavia a vytvoria nové listy a konáre Takéto druhy rastlín majú nezastupiteľnú úlohu pri obnove lesa po požiaroch.

**Halofyty** sú rastliny, ktoré sa adaptovali na život v slanom prostredí, napr. pobrežné oblasti. Sú schopné odolávať vysokým koncentráciám soli vo svojom okolí. Ich jedinečné vlastnosti nielen prispievajú k ich prežitiu, ale zohrávajú aj významnú úlohu pri udržiavaní rovnováhy ich ekosystému. Ide napr. o morskú špargľu (*Salicornia*), fenikel savojský (*Crithmum maritimum*) a pod.

**Mäsožravé rastliny** si vyvinuli jedinečné stratégie na chytenie a trávenie koristi, čo im umožňuje prosperovať v prostredí chudobnom na živiny. Ich schopnosť dopĺňať si stravu hmyzom a inými malými tvormi demonštruje pozoruhodnú formu inovácie v taktike prežitia. Vyvinuli si rôzne stratégie na lákanie, chytanie a trávenie koristi, ako rôzne lepkavé chápadla, či zatváracie pasce.

Najväčšie ohrozenie pre rastliny predstavujú **bylinožravce**. Škody, ktoré spôsobujú, sú druhom prirodzeného výberu, ktorý umožňuje rastlinám neustále vyvíjať účinné obranné stratégie proti bylinožravcom. Každý rastlinný druh má spravidla viac ako jednu obrannú charakteristiku. Môže ísť o nasledovnú „protibylinožravú“ obranu:

i. slabo chránené rastliny – spoliehajú sa na rýchly rast alebo rozmnožovanie, aby prežili poškodenie.
ii. rastliny s výživnými a jedlými listami s fyzikálnou (napr. trichómy, tŕne) a chemickou obranou (sekundárne metabolity – saponíny, alkaloidy, aminokyseliny, kyanidy);
iii. rastliny s tvrdými a nejedlými listami.

Okrem toho môžu rastliny **meniť svoje obranné vlastnosti** v priebehu životných štádií, aby splnili požiadavky alokácie zdrojov. Selektívne sily tlaku bylinožravcov viedli k vývoju rôznych obranných mechanizmov v rastlinách, ktoré možno rozdeliť na:

- **znaky rezistencie**, ktoré znižujú množstvo prijatého poškodenia, vrátane fyzikálnych, chemických a biotických znakov;
- **mechanizmy tolerancie**, ktoré znižujú dopad poškodenia bylinožravcami (schopnosť rastlín znižovať negatívne účinky ich poškodenia bylinožravcami, ktoré rastlinám

umožňujú kompenzovať alebo nahradiť poškodené tkanivá, napr. zvýšením fotosyntetickej účinnosti, aktiváciou rastových meristémov a pod.). ,

- **únikové stratégie**, ktoré znižujú pravdepodobnosť, že bylinožravce nájdu rastliny (napr. väčšia vzdialenosť od stromov rovnakého druhu, obmedzený prístupu k stromom počas ich rastu a pod.).

**Otázky a úlohy:**

1. Vysvetlite pojem evolúcia.
2. Aký proces vysvetľujú tzv. Darwinove pinky?
3. Vysvetlite rozdiel medzi pohlavným a prírodným výberom.
4. Charakterizujte umelý výber.
5. Uveďte 2 hlavné mechanizmy, ktorými môžu vznikať nové druhy.
6. Objasnite rozdiel medzi Battesovými a Mullerovými mimikry.
7. Uveďte a stručne charakterizujte, aké formy kamufláže používajú organizmy na splynutie s okolím.

## Literatúra


Harlen, W. (ed.) 2015. *Working with Big Ideas of Science Education*. Science Education Programme of IAP : Trieste. ISBN: 9788894078404. [online]. [cit. 17.07.2025]. Dostupné na: http://www.interacademies.net/

Križan, J. (2006). *Maturita z biológie.* Príroda.

Keogh, B., Naylor, S. (1997). Starting Points for Science, Millgate House Publishers , 60s. ISBN-10: 0952750619.

Naylor, S., & Keogh, B. (2022). *Science Concept Cartoons: Set 1*. Millgate House Publishers.

Naylor, S., Moules, J., Horlock, J., & Keogh, B. (2021). *Science Concept Cartoons: Set 2*. Millgate House Education.

Veselovský, Z. (2005). *Etologie : biologie chování zvířat.* Academia.

Sekerka, V., Múdry, P.( 2005). *Všeobecná botanika*. TYPI UNIVERSITATIS TYRNAVIENSIS, Bratislava.

Zámečník, J. (2000). *Prehľad fyziky – 1.časť*. Slovenské pedagogické nakladateľstvo - Mladé letá

Zámečník, J. (2000). *Prehľad fyziky – 2.časť*. Slovenské pedagogické nakladateľstvo - Mladé letá