OBSAH PŘÍRUČKY:

Souhrn všeho, co najdete na dalších stranách v metodickém materiálu Koumadla: Fotosyntéza.

1. Představení tématu + co vše lze koumadlem vysvětlit a ukázat.
2. Baterie koumavých otázek: Sada výzev, badatelských a aplikačních otázek či příkladů, využití v praxi.
3. Slovníček pojmů a související termíny
4. Využití ve výuce:
    a. Tříhodinový model práce s koumadlem ve výuce
    b. Využití koumadla jako vzdělávací pomůcky (1–2 vyučovací hodiny)

1. KOUMEJ DÁL - FOTOSYNTÉZA

Schopnost fotosyntézy mají zelené rostliny (včetně mechů), řasy a sinice. Je to proces, při kterém rostliny vyrábějí cukry potřebné pro svůj růst a přeměňují energii světla na energii chemickou.
Fotosyntéza probíhá v chloroplastech, malých zelených „továrnách“ uvnitř rostlinných buněk. Obsahují chlorofyl, zelené barvivo, které zachycuje světlo. Je klíčová pro život na Zemi, protože produkuje kyslík nezbytný pro dýchání většiny živých organismů. Rostlina to ale nedělá proto, aby se nám dobře dýchalo. Dělá to hlavně sama pro sebe, aby měla z čeho žít a růst.

Co všechno potřebuje rostlina pro správné fungování fotosyntézy?

- **světlo** (nejčastěji sluneční) – zdroj energie
- **voda** – získává ji kořeny
- **oxid uhličitý (CO_2)** – získává ho ze vzduchu. Dovnitř se dostává průduchy, což jsou mikroskopické otvory nacházející se hlavně na spodní straně listů
- **chloroplasty s chlorofylem** – malé části rostlinných buněk, které obsahují zelené barvivo

Jak fotosyntéza probíhá?

Představte si rostlinu jako úžasnou továrnu, která má dvě výrobní linky:

Světelná fáze (nabíjení baterek)

Probíhá v chloroplastech na membránách zvaných tylakoidy. Chlorofyl zachytí energii světla (fotony) a předá ji dalším molekulám v chloroplastu. Díky této energii rostlina rozštěpí molekuly vody na kyslík, elektrony a vodíkové ionty. Výsledkem této části jsou energetické molekuly ATP a NADPH, které fungují jako nabité „baterie“.

Kyslík vznikající při štěpení vody rostlina vypouští do okolí. Je to vedlejší produkt procesu, jehož hlavním účelem je získat energii potřebnou k výrobě cukrů.

Druhá fáze (odborně Calvinův cyklus, výroba cukrů)

Probíhá ve stromatu, což je tekutina uvnitř chloroplastu. Tato fáze nevyužívá přímo dopadající světlo, ale energii uloženou v ATP a NADPH vytvořených během světelné fáze.

Rostlina vezme nabité „baterky“ z první fáze a použije jejich energii k tomu, aby zachytila oxid uhličitý ze vzduchu a postupně z něj vytvořila sacharidy (cukry). Ty pak slouží jako palivo pro růst, k tvorbě celulózy nebo jako zásobní látky, například škrob, který najdeme třeba v bramborách.

Souhrnná rovnice fotosyntézy

za pomoci světelné energie zachycené chlorofylem

$$6\ CO_2 + 6\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$$

Proč jsou v rovnici ty šestky?

Představ si to jako recept na pečení. Aby rostlina mohla postavit jeden „dort“ (molekulu cukru), potřebuje přesně 6 porcí oxidu uhličitého a 6 porcí vody. Tyto šestky nám říkají, kolik „ingrediencí“ musíme do rostliny dodat, aby vznikla jedna molekula cukru a 6 molekul kyslíku.

Dýchání = respirace (buněčný motor)

Zatímco fotosyntéza je o stavění a ukládání zásob, dýchání je „motorem“, který energii využívá. Aby mohla rostlina (i my) žít, musí „spalovat“ cukry, které si vyrobila.

Probíhá v mitochondriích, což jsou takové malé elektrárny uvnitř buněk.

Při dýchání rostlina vezme cukr (palivo) a kyslík a „spálí“ je. Tím získá energii (ATP) potřebnou pro život. Produkty tohoto procesu jsou oxid uhličitý, voda a využitelná energie ve formě ATP.

❗ **Důležité:** Dýchání probíhá neustále, ve dne i v noci. Kdyby rostlina přestala dýchat, neměla by energii na základní životní pochody a zahynula by.

Souhrnná rovnice dýchání

v mitochondriích

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O + \text{energie (ATP)}$$

I zde platí pravidlo receptu. Na „spálení“ jedné molekuly cukru potřebujeme přesně 6 molekul kyslíku, ze kterých vznikne 6 molekul oxidu uhličitého a 6 molekul vody.

2. KOUMAVÉ OTÁZKY:

Probíhá fotosyntéza pořád stejně?

- Ne, fotosyntéza není stroj, který běží pořád stejně. Její rychlost závisí na „počasí“ v rostlině i kolem ní. Potřebuje dostatek světla, vhodnou teplotu, vodu, dostatek CO_2 a také minerální látky z půdy, například dusík nebo hořčík. Když něco z toho chybí, rostlina „přeřadí na nižší rychlost“.

Kde na Zemi je produkce fotosyntézy největší?

- Překvapivě ne v deštných pralesech, ale v oceánech. Přibližně polovina veškeré fotosyntézy na Zemi probíhá v mořích a oceánech díky obrovskému množství mikroskopických řas a sinic.

Může probíhat fotosyntéza a dýchání dohromady?

- Ano, a dokonce probíhají současně. Rostlina dýchá nepřetržitě, ve dne i v noci. Fotosyntéza ale potřebuje světlo, a proto probíhá jen tehdy, když je světlo k dispozici.
- Ve dne rostlina zároveň dýchá i fotosyntetizuje. Fotosyntéza je však většinou intenzivnější, takže rostlina vyprodukuje více kyslíku, než sama spotřebuje. V noci už jen dýchá a kyslík spotřebovává.

Jak by vypadal svět bez stromů a rostlin? Víš, že Země byla kdysi opravdu taková? Co všechno se muselo stát, než získala svou dnešní živou podobu?

- Svět bez rostlin by byl pustina plná kamení a písku, podobná povrchu Marsu nebo Měsíce. Na dávné Zemi skutečně žádné rostliny nerostly. Postupně se ale objevily organismy schopné fotosyntézy, které začaly vyrábět kyslík. Trvalo stovky milionů let, než se atmosféra změnila natolik, že umožnila vznik složitějších forem života.

Kdo začal vyrábět kyslík jako první?

- Stromy ani květiny to nebyly. Prvními výrobci kyslíku byly pravděpodobně sinice, drobné organismy žijící ve vodě. Začaly využívat energii světla a při fotosyntéze vypouštěly kyslík. Právě díky nim se atmosféra Země postupně změnila a vznikly podmínky pro život, jaký známe dnes.
- Sinice významně změnily složení atmosféry Země a umožnily vznik složitějších forem života. Bez sinic by možná na Zemi nikdy nevznikla zvířata ani lidé.

Proč jsou listy skoro vždy zelené? Existují rostliny, které nejsou zelené? Umí také dělat fotosyntézu?

- Zelená barva pochází z chlorofylu, který funguje jako „solární panel“. Chlorofyl pohlcuje hlavně modré a červené světlo, zatímco zelené světlo odráží. Proto rostliny vidíme zelené.
- Mnohé rostliny s červenými, vínovými nebo žlutými listy obsahují chlorofyl také. Jen je překryt jinými barvivy. Existují však i parazitické rostliny, které chlorofyl nemají a živiny získávají od jiných rostlin. Ty fotosyntézu provádět neumějí.

Vypadají rostliny v noci jinak než ve dne?

- Na první pohled vypadají stejně, ale uvnitř přepnou na „noční režim“. Přestanou fotosyntetizovat a pokračují pouze v dýchání. Některé květiny se navíc na noc zavírají a ráno se znovu otevřou.

Kolik stromů bychom potřebovali mít v pokoji, abychom měli dost kyslíku na dýchání jen my sami?

- To je skvělý chyták. Jeden velký strom dokáže za ideálních podmínek vyrobit dost kyslíku pro několik lidí. V pokoji by to ale nefungovalo tak jednoduše. Strom potřebuje dostatek světla, vody a prostoru. Navíc kyslík i oxid uhličitý se v přírodě neustále míchají a vyměňují. Proto pro život nepotřebujeme jeden strom v květináči, ale zdravé ekosystémy tvořené lesy, loukami, oceány a dalšími přírodními prostředími.

Zajímavosti

- Fotosyntéza produkuje kyslík, který se uvolňuje do atmosféry.
- Fotosyntéza tvoří základ většiny potravních řetězců, protože rostliny, řasy a sinice jsou primární producenti.
- Každý rok vzniknou díky fotosyntéze přibližně stovky miliard tun nové biomasy.
- Přibližně polovina fotosyntézy na Zemi probíhá v oceánech díky sinicím a řasám.

3. SLOVNÍČEK POJMŮ A SOUVISEJÍCÍ TERMÍNY:

CHLOROPLAST

Malá „zelená továrna" uvnitř rostlinné buňky. Právě v chloroplastech probíhá fotosyntéza. Jsou naplněné membránami zvanými tylakoidy a obsahují zelené barvivo chlorofyl, které zachycuje světlo. Tylakoidy tvoří tzv. **grana** – skupiny tylakoidů na sobě, vypadají trochu jako hromada palačinek. Okolí tylakoidů vyplňuje stroma, což je tekuté prostředí uvnitř chloroplastu. Právě zde probíhá druhá fáze fotosyntézy, při níž vznikají cukry z oxidu uhličitého.

PRŮDUCHY

Průduchy jsou drobné otvory v pokožce listů, nejčastěji na jejich spodní straně. Rostlina jimi přijímá oxid uhličitý potřebný k fotosyntéze a uvolňuje vodní páru i kyslík. Když je příliš horko, sucho nebo zima, mohou se průduchy uzavřít, aby rostlina ztratila méně vody.

GLUKÓZA

Jednoduchý cukr, který vzniká při fotosyntéze. Slouží jako zdroj energie a také jako stavební materiál pro tvorbu dalších látek v rostlině.

Přebytečný cukr si rostliny ukládají ve formě **škrobu**. Rostliny si v něm ukládají přebytečnou energii na později.

Celulóza je další forma cukru, látka, ze které je postavena většina rostlinných buněk. Tvoří například dřevo, stonek nebo pevné části listů.

MITOCHONDRIE

Malé organely uvnitř buněk, ve kterých probíhá buněčné dýchání. Získávají energii z cukrů, které rostlina vytvořila fotosyntézou.

ATP (adenosintrifosfát)

Molekula, která uchovává energii potřebnou pro život. Vzniká při světelné fázi fotosyntézy a rostlina ji používá jako zdroj energie pro výrobu cukrů. Můžeme si ji představit jako malou nabitou baterii, kterou má buňka neustále k dispozici.

NADPH

Molekula, která během fotosyntézy přenáší energii a vodík. Pomáhá při přeměně oxidu uhličitého na cukry. Když si představíme ATP jako baterii, tak NADPH je nákladní auto převážející energii a materiál na stavbu cukru.

4. VYUŽITÍ VE VÝUCE

UNIVERZÁLNÍ TŘÍHODINOVÝ MODEL PRÁCE S KOUMADLEM VE VÝUCE

Tento model lze využít v matematice, přírodovědných předmětech, environmentální výchově i projektové výuce. Je navržen tak, aby navazoval na přirozenou dětskou zvídavost, podporoval vzájemné učení mezi žáky a zároveň nekladl vysoké nároky na přípravu vyučujícího.

Jeho princip je jednoduchý: **děti se nejprve s tématem seznamují samostatně a bez tlaku prostřednictvím Koumadla umístěného ve školním prostoru. Ve výuce pak postupně přecházejí od pozorování a kladení otázek k hledání odpovědí, vytváření vlastních vysvětlení, modelů či pomůcek a ke sdílení svých poznatků s ostatními.**

Velkou výhodou tohoto přístupu je, že děti často přicházejí do výuky s určitou zkušeností. Zjišťují, že Koumadlo, které několik týdnů míjely na chodbě nebo si s ním hrály během přestávky, představuje skutečný jev či princip, se kterým se nyní setkávají i ve vyučování. Nové učivo tak nepřichází jako abstraktní informace, ale jako odpověď na otázky, které si žáci již stihli položit.

Výsledkem není pouze pochopení konkrétního vzdělávacího obsahu. Žáci současně rozvíjejí schopnost formulovat otázky, diskutovat, argumentovat, spolupracovat, učit se od ostatních a vysvětlovat své myšlenky srozumitelně druhým.

Nultá hodina: Seznámení s Koumadlem a volné zkoumání ⏱ 5–10 minut

Nultá hodina není samostatnou vyučovací hodinou. Stačí 5-10 minut na konci předcházející hodiny, během nichž učitel představí téma a příslušné Koumadlo, kterému se bude třída v následujících hodinách věnovat, a rozdělí žáky do pracovních skupin (ideálně po 3-5 členech).

V období mezi nultou a první hodinou mají žáci možnost navštívit Koumadlo, samostatně jej prozkoumávat a vyzkoušet si, jak funguje.

Cílem není poskytovat odpovědi na všechny otázky. Důležitější je dát prostor zvědavosti, hře a dopřát tématu čas dozrát.

Diferenciace skupin:

Volba způsobu rozdělení žáků závisí na učiteli. Obě varianty jsou plně funkční. Výběr závisí na charakteru třídy a cílech učitele.

Varianta A – homogenní skupiny	*Varianta B – heterogenní skupiny*
Rozdělení podle úrovně znalostí nebo schopností.	Žáci s různou úrovní znalostí pracují společně.
• lze zadávat různě náročné úkoly, • nadaní žáci mohou řešit složitější výzvy, • slabší žáci získají více času na pochopení základního principu.	• přirozeně vzniká peer-to-peer učení, • žáci si vzájemně vysvětlují poznatky, • podporuje spolupráci a komunikaci.

První hodina: Badatelská práce ve skupinách ⏱ 45 minut

Učitel na začátku hodiny zadá každé skupině badatelskou otázku nebo výzvu. Může využít materiály v sekci Koumej dál - Baterie badatelských otázek nebo QR kód přímo na příslušném Koumadle.
Skupiny společně hledají odpovědi na zadané otázky a ověřují své hypotézy s využitím Koumadla, metodiky a dalších zdrojů. Cílem je dospět k porozumění, při němž **každý člen skupiny dokáže vlastními slovy vysvětlit odpověď ostatním spolužákům.**
Skupina může využívat Koumadlo, vlastní pozorování, diskusi, učebnice, internet i podporu učitele. Učitel však nemá být hlavním zdrojem odpovědí: podporuje diskusi, klade doplňující otázky a pomáhá skupinám, které se dostanou do slepé uličky.

Doporučení

Pokud skupina rychle najde odpověď, je vhodné pokračovat otázkami:

- Jak si tím můžete být jistí?
- Platí to vždy?
- Existuje výjimka?
- Jak byste to vysvětlili mladšímu spolužákovi?
- Jak byste to dokázali pomocí Koumadla?

Na konci této hodiny se žáci dozví, že bude následovat hodina, kde budou pracovat na vlastní výukové pomůcce. Děti se mohou přes týden připravovat a přijít na hodinu již připravení ideálně s nápadem.

Druhá hodina: Výroba vlastní pomůcky a příprava konference ⏱️ 45 minut

Nyní přichází klíčový krok. Každá skupina dostává za úkol vytvořit vlastní pomůcku, model nebo scénku, pomocí které dokáže ostatním spolužákům představit svou otázku a vysvětlit na ni odpověď.

Pomůcka může být jednoduchá i složitější:

- model z papíru,
- kresba, komiks nebo příběh,
- plakát,
- stavebnice,
- pokus,
- pracovní list,
- digitální prezentace nebo krátké video,
- vlastní improvizované Koumadlo.

Během této hodiny si skupiny zároveň připravují podobu své prezentace na závěrečnou badatelskou konferenci.

Důležité pravidlo: Důležitější, než dokonalé zpracování je schopnost pomoci ostatním pochopit princip. Cílem je odpovědět na otázku: „Jak bychom to vysvětlili někomu, kdo o tématu nikdy neslyšel?“

Třetí hodina: Badatelská konference ⏱ 45 minut

Třída se mění v konferenci. Ve třetí hodině přebírají roli vyučujících samotní žáci.

Úlohou učitele je moderovat diskusi, doplňovat případné nepřesnosti, propojovat jednotlivé poznatky.

Skupiny představují otázky, kterým se v předchozích hodinách věnovaly, a pomocí vlastních pomůcek vysvětlují ostatním spolužákům své závěry. Jednotlivé prezentace na sebe navazují a vytvářejí širší obraz řešeného tématu. Protože všechny skupiny pracovaly se stejným tématem a současně měly možnost během předchozích týdnů pracovat s Koumadlem, mají žáci vytvořeno **společné předporozumění.**

Žáci během 3. hodiny zažijí roli badatele i učitele, dokážou vysvětlit a formulovat své myšlenky a rozumí více aspektům tématu.

Tento model významně rozvíjí:

- badatelské a vědecké myšlení,
- schopnost formulovat otázky,
- kritické myšlení,
- schopnost argumentace,
- komunikační kompetence,
- spolupráci,
- peer-to-peer učení,
- kreativitu a tvorbu vlastních pomůcek,
- schopnost prezentovat a obhajovat vlastní závěry,
- sebevědomí při veřejném vystupování.

Důležitější než dosažení jediné správné odpovědi je proces hledání, při němž se děti učí klást otázky, hledat souvislosti, ověřovat své domněnky a vysvětlovat své objevy ostatním. Právě tehdy se z učiva stává skutečné porozumění.

Tento model stojí na několika jednoduchých principech, na kterých je postaven celý koncept Koumio®. Nejprve přichází zkušenost a teprve potom teorie. Děti se mohou učit od sebe navzájem, každý na své vlastní úrovni a vlastním tempem. A především: čas pracuje ve prospěch porozumění.

Učivo pak nepřichází jako abstraktní informace, kterou je třeba si zapamatovat, ale jako odpověď na otázku, kterou si žák stihl položit sám. V takové chvíli už neučí pouze učitel. Neučí ani jednotlivé děti. **Učení vzniká společně.** ***Jen tak… mimochodem.***

JEDNOHODINOVÝ MODEL PRÁCE S KOUMADELM

Výuka vychází z přímé práce s Koumadlem® jako interaktivní výukovou pomůckou. Sundejte Fotosyntézu ze zdi a vezměte si ji na pomoc přímo do výuky. Koumadlo může sloužit jako ideální aktivita pro otevření nového tématu, jeho procvičení i závěrečné ověření, zda žáci danému učivu skutečně porozuměli.

Povzbuzujte žáky k tomu, aby nahlas přemýšleli, diskutovali a aktivně s Koumadlem pracovali. Vyvolávejte je k jednotlivým úkolům, nechte je vysvětlovat své úvahy a vzájemně je porovnávat. Žádná otázka není špatná. Instrukce přímo na Koumadle vás i žáky provedou celým bádáním.

POZOR, PŘI PRÁCI S KOUMADLEM FOTOSYNTÉZA JE DŮLEŽITÉ ABY BYLO KOUMADLO SVISLE!

PROZKOUMEJ kuličkodráhy a **ODHADNI**, odkud, kudy a kam budou kuličky cestovat.

- Kde podle tebe cesta začíná?
- Kde končí?
- Souvisejí spolu nějak dráhy?

Nechte děti nejprve pouze pozorovat a formulovat vlastní hypotézy. Neopravujte je příliš brzy. Cílem je probudit zvědavost.

PROVÁZEJ kuličky drahami a **SLEDUJ**, zda jsi jejich cestu odhadl/a správně.

- Které části tě překvapily?
- Které cesty se opakují?

Veďte žáky k tomu, aby své odpovědi zdůvodňovali pozorováním, nikoli odhadem.

VŠIMNI SI, že jednotlivé kuličky během cesty mění barvu, a **POJMENUJ** je podle legendy na Koumadle.

- Co jednotlivé barvy představují?
- Kde se jednotlivé částice objevují?
- Které z nich vstupují do rostliny a které ji opouštějí?

V této fázi lze zopakovat nebo představit pojmy voda, oxid uhličitý, kyslík, cukr (glukóza), sluneční energie a dýchání.

ROZLUŠTI cyklus fotosyntézy a dýchání. Zjisti, jak jednotlivé pojmenované kuličky putují Koumadlem.

- Co si rostlina bere ze svého okolí?
- Co naopak vrací zpět?
- Jakou roli v celém procesu hraje Slunce?

VYPRÁVĚJ u Koumadla příběh o stromu a ptáčkovi. Objev jejich nekonečný koloběh fotosyntézy a dýchání. Tento příběh si zkus vyprávět i u dalších rostlin, zvířat a lidí.

- Co potřebuje strom?
- Co potřebuje ptáček?
- Jak si navzájem pomáhají?

KOUMEJ DÁL, co se děje uvnitř stromů a rostlin během fotosyntézy.

Zde můžete navázat jednoduchým pokusem nebo diskusí. Nechte děti rozhodnout, které podmínky jsou pro růst nezbytné a proč.

Co všechno potřebuji, abych rostla? (říká rostlina)

- Potřebuji vodu?
- Potřebuji vzduch?
- Potřebuji světlo?
- Potřebuji půdu?
- Potřebuji teplo?
- Co by se stalo, kdyby mi některá z těchto věcí chyběla?

Co by se stalo se životem na Zemi, kdyby rostliny přestaly fotosyntetizovat?

Tato otázka je ideální pro závěrečnou společnou diskusi. (Propojuje fotosyntézu s atmosférou, potravními řetězci i životem člověka.)