

# JAK OBRÁZKY POMÁHAJÍ UČIT: EFEKTIVNÍ VYUŽITÍ ILUSTRACÍ V PŘÍRODOVĚDNÉM VZDĚLÁVÁNÍ

OPEN ACCESS



---

HOW PICTURES HELP TEACH:  
EFFECTIVE USE OF ILLUSTRATIONS  
IN SCIENCE EDUCATION

NIKOLA KOZLÍKOVÁ (korespondenční autor) kozlikova.n@gmail.com, EDVARD EHLER,  
Katedra biologie a environmentálních studií, Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova

## Abstract

*Illustrations are a key didactic tool in science education. Teachers of biology, chemistry, and geography use them to explain complex phenomena that students cannot easily imagine – from cellular processes and photosynthesis to the functioning of ecosystems. This paper summarizes the theoretical foundations of using visual materials, focusing on multimedia learning theory, cognitive load theory, the integrated text-picture model, and dual coding theory. Evidence shows that illustrations can significantly enhance retention and comprehension when designed clearly, purposefully, and in alignment with a text. Conversely, poorly chosen illustrations may lead to cognitive overload, misunderstanding, or misconceptions. The paper provides examples of good and bad practice from biology education (blood circulation) and formulates ten principles for teachers to apply when working with illustrations. Recommendations include simplicity, placing text directly within diagrams, presenting processes step by step, and actively involving students in creating or annotating illustrations. The paper combines findings from educational psychology with practical classroom examples and serves as a hands-on guide for primary and secondary school teachers aiming to use illustrations more effectively.*

## Klíčová slova

*ilustrace, biologie, přírodní vědy, vizualizace, vzdělávací psychologie, didaktika*

## Keywords

*illustration; biology; natural sciences; visualization; educational psychology; didactics*

## ÚVOD

Ilustrace jsou neodmyslitelnou součástí přírodovědných učebnic i vyučovacích hodin. Učitelé biologie, chemie či zeměpisu se s nimi setkávají denně – od jednoduchých schémat buněčné stavby až po složité modely ekosystémů. Přesto se nabízí otázka: využíváme ilustrace skutečně tak, aby žákům pomáhaly učit se, nebo pro ně často zůstávají jen barevnou ozdobou stránek?

Cílem tohoto článku je analyzovat, jakým způsobem mohou biologické ilustrace podporovat porozumění učivu, a jakým naopak mohou výklad ztížit. Na základě teoretických poznatků vzdělávací psychologie a didaktiky přírodovědných předmětů představujeme příklady efektivního a neefektivního využití obrazového materiálu ve výuce anatomie oběhové soustavy a formujeme praktická doporučení pro učitele základních a středních škol.

Historie ukazuje, že vizuální znázornění byla součástí přírodovědného vzdělávání od jeho počátků – již v 19. století se v učebnicích objevovaly detailní kresby rostlin, živočichů a anatomických struktur. V dnešní době digitálních médií se možnosti ještě rozšířily: kromě statických obrázků mají učitelé k dispozici animace, interaktivní schémata, nebo dokonce rozšířenou realitu. To vše však klade nové nároky na didaktické využití ilustrací.

Ilustrace jsou proto více než jen barevnou ozdobou učebnice. Jsou didaktickým nástrojem, který může výrazně ovlivnit úspěšnost výuky. Pokud jsou navrženy správně, podporují aktivní zapojení žáků, usnadňují zapamatování, a dokonce zvyšují jejich motivaci k učení (Mayer, 2021; Fiorella & Mayer, 2016). Na druhé straně špatně zvolené obrázky mohou žáky

mást, odvádět jejich pozornost, nebo dokonce vést k chybným představám (Sweller et al., 2011).

Cílem tohoto článku je nabídnout učitelům základních a středních škol srozumitelný a praktický návod, jak biologické ilustrace využívat co nejefektivněji. Text vychází z výsledků vzdělávací psychologie a didaktiky přírodních věd a doplňuje je konkrétními ukázkami, které mohou učitelé okamžitě aplikovat ve své výuce.

## TEORETICKÁ VÝCHODISKA

### Význam vizualizace ve vzdělávání

Vizualizace představuje nezastupitelný nástroj při výuce přírodních věd. Umožňuje žákům nahlížet procesy, které nejsou přímo pozorovatelné – například buněčné děje, evoluční změny nebo ekologické vazby. Vzdělávací psychologie dlouhodobě potvrzuje, že spojení textu a obrazu usnadňuje pochopení a zapamatování učiva (Clark & Paivio, 1991).

*Praktický příklad:* při výuce fotosyntézy žáci mnohem snadněji porozumí procesu, pokud mají k dispozici schéma se šipkami ukazujícími vstupy a výstupy, než když učitel popisuje děj pouze slovně.

### Teorie multimediálního učení

Jedním z nejvýznamnějších přístupů je teorie multimediálního učení (Mayer, 2021). Podle ní lidé zpracovávají informace dvěma kanály – vizuálním a verbálním – a účinné učení nastává tehdy, když jsou tyto kanály optimálně propojeny. Mayer formuluje několik zásad, např.:

- koherenční princip – odstranit irelevantní vizuální prvky,

- princip blízkosti – text a obrázek mají být umístěny společně,
- princip signalizace – zvýraznit klíčové části ilustrace.

*Praktický příklad:* při probírání anatomie lidského oka je efektivní mít schéma s popisky přímo u jednotlivých částí – žáci se pak nemusí složitě orientovat v legendě mimo obrázek.

### Teorie kognitivní zátěže

Dalším východiskem je teorie kognitivní zátěže (Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011). Učivo je efektivně osvojováno jen tehdy, pokud nepřetěžuje kapacitu pracovní paměti žáka. Ilustrace musí proto sloužit ke snížení tzv. „extraneous load“ (nadbytečné zátěže), nikoli k jejímu zvyšování.

*Praktický příklad:* pokud žák dostane složité schéma mitochondrie s desítkami detailů, snadno se ztratí. Mnohem účinnější je použít zjednodušený obrázek se zvýrazněním hlavní funkce – tvorby energie (ATP).

### Model textu a obrazu

Schnotz (2014) zdůrazňuje, že ilustrace mají podporovat tvorbu mentálních modelů u žáků. Text a obraz musí být v souladu – pokud si žák vytvoří dva odlišné modely, vede to k nepochopení. Proto je zásadní, aby ilustrace nebyly pouze dekorativní, ale přesně odpovídaly popisovanému jevu.

*Praktický příklad:* pokud text vysvětluje fotosyntézu v listech a obrázek zobrazuje celé schéma rostliny včetně kořenů, může to žákům vytvářet falešnou představu, že fotosyntéza probíhá i v kořenech.

## Dual coding theory

Podle teorie dvojího kódování (Clark & Paivio, 1991) si lidé lépe pamatují informace, které jsou zpracovány jak slovně, tak vizuálně. To znamená, že biologické ilustrace nejsou pouhým doplněním textu, ale aktivně přispívají k hlubšímu zapamatování a porozumění.

*Praktický příklad:* žáci si lépe zapamatují fáze mitózy, pokud k nim mají jednoduché obrázky a současně krátký slovní popis, než když dostanou pouze textový seznam fází.

## DIDAKTICKÁ FUNKCE

Biologické ilustrace slouží především k zprostředkování složitých jevů, které není možné přímo pozorovat. Patří sem například struktura DNA, fotosyntetické procesy nebo anatomie lidského těla. Podle Levin, Anglin & Carney (1987) mají obrázky schopnost usnadňovat porozumění textu tím, že poskytují vizuální kotvy pro abstraktní pojmy. Butcher (2006) ukazuje, že žáci si vytvářejí hlubší mentální modely, pokud mají k textu připojenou přehlednou ilustraci.

### Motivační funkce

Ilustrace mohou zvyšovat zájem žáků o biologii, a to zejména tehdy, pokud jsou vizuálně atraktivní, ale zároveň věcně správné. Podle Pekrun & Linnenbrink-Garcia (2014) vizuální prvky přispívají k pozitivním emocím, které podporují učení. V biologii to platí například u barevných atlasů rostlin nebo interaktivních animací buněčných procesů. Avšak přílišná dekorativnost může být kontraproduktivní (Mayer, 2021).

### Orientační a organizační funkce

Ilustrace pomáhají žákům strukturovat učivo a vytvářet si přehled o jeho jednotlivých částech. Gra-

fické organizéry, diagramy a myšlenkové mapy vedou k lepšímu zapamatování vztahů mezi pojmy (Chavan & Gaddam, 2025). Ainsworth (2008) zdůrazňuje, že více reprezentací (např. tabulka + obrázek + text) zvyšuje flexibilitu poznatků a podporuje hlubší porozumění.

### Paměťová funkce

Ilustrace aktivují vizuální kanál pracovní paměti a zajišťují lepší zapamatování. Podle teorie dvojího kódování (Clark & Paivio, 1991) si žáci lépe uchovávají poznatky, pokud jsou prezentovány jak slovně, tak obrazově. Empirické studie (Carney & Levin, 2002) ukázaly, že žáci si více zapamatovali z učebnic, které obsahovaly ilustrace, než z čistě textových materiálů.

### Ilustrace jako prostředek aktivního učení

Novější výzkumy zdůrazňují, že žáci se učí efektivněji, pokud s ilustracemi aktivně pracují. Například tvorba vlastních schémat nebo doplňování popisků do připravených diagramů podporuje aktivní zpracování informací (Fiorella & Mayer, 2016). V biologii je možné využít tento přístup například při výuce anatomie – žáci doplňují popisky do schématu lidského srdce nebo sami vytvářejí kresbu rostlinné buňky.

## CO JE EFEKTIVNÍ A CO NE

### Efektivní ilustrace

Efektivní biologické ilustrace jsou takové, které přímo podporují učební cíl a zároveň minimalizují kognitivní zátěž. Výzkumy (Mayer, 2021; Schnotz & Bannert, 2003) ukazují, že nejlepší jsou ilustrace:

- jednoduché a přehledné – zobrazují pouze podstatné části jevu,
- propojené s textem – umístění popisků přímo u znázorněné části, nikoli v legendě na opačné straně,
- vizuálně zdůrazněné – barevně nebo graficky zvýrazňují klíčové procesy,
- postupné – komplexní děje jsou rozfázovány do několika kroků (např. mitóza rozdělená na jednotlivé fáze).

Například ilustrace fotosyntézy, která ukazuje vstupy ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , světlo) a výstupy ( $\text{O}_2$ , glukóza) v jednoduchém schématu, je pro žáky lépe srozumitelná než realistická kresba chloroplastu s množstvím detailů, které odvádějí pozornost.

## Neefektivní ilustrace

Naopak existují ilustrace, které mohou být kontraproduktivní. Podle Carney & Levin (2002) a Mayer & Moreno (2003) jde zejména o:

- dekorativní obrázky, které nesouvisí s obsahem (např. kreslená postavička vedle schématu buněčného dělení),
- příliš složité vizualizace, které zahrnují mnoho detailů a zahlcují pracovní paměť,
- duplicitní text – pokud obrázek i popis sdělují totéž jinými slovy, žák může být zmatený,
- nesoulad mezi textem a obrázkem – například když obrázek obsahuje prvky, které text nevysvětluje, nebo naopak.

Příklad: ilustrace mitózy, kde jsou všechny fáze zobrazeny v jednom komplikovaném obrázku bez jasného vyznačení rozdílů, bývá pro žáky matoucí. Mnohem účinnější je znázornění jednotlivých fází na samostatných obrázcích se stručnými popisky.

## PŘÍKLADY A TIPY PRO VÝUKU

Efektivní využívání ilustrací lze ukázat na několika příkladech dobré praxe z biologie:

- Anatomie člověka: místo detailní realistické kresby s latinskými názvy použijte zjednodušené schéma s českými popisky, které zvýrazňuje funkční vztahy (např. směr toku krve v oběhové soustavě). Žáci si mohou sami doplnit směry toku krve do připraveného schématu.
- Fotosyntéza: jednoduché schéma vstupů a výstupů procesu ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , světlo  $\rightarrow$  glukóza,  $\text{O}_2$ ) je pro žáky srozumitelnější než složitý model chloroplastu. Žáci si mohou sami vytvořit vlastní verzi obrázku.
- Ekologie: potravní řetězec zobrazený pomocí jednoduchých ikon zvířat a rostlin je efektivnější než složitý ekosystémový model. V hodině jej lze společně kreslit na tabuli.
- Genetika: Punnettův čtverec s barevným rozlišením alel je pro žáky přehlednější než dlouhý slovní popis. Doporučuje se kombinovat jej s vizuálním znázorněním alel pomocí barev.

Biologické ilustrace mohou být pro žáky buď mocným učebním nástrojem, nebo naopak zdrojem zmatku. Následující doporučení vycházejí z výzkumů vzdělávací psychologie i didaktiky přírodních věd a mohou sloužit jako praktické „desatero“ pro učitele.

## Deset zásad pro efektivní využívání biologických ilustrací

1. Text a obrázek vždy společně – popisky patří přímo k vyobrazeným částem (Mayer, 2021).
2. Jednoduchost a přehlednost – odstraňte detaily, které nesouvisí s učivem (Sweller et al., 2011).
3. Zdůraznění klíčových prvků – barevné zvýraznění nebo šipky usměrňují pozornost žáka (Mayer & Moreno, 2003).
4. Rozfázování složitých procesů – děje jako mitóza nebo fotosyntéza je vhodné ukazovat krok po kroku (Butcher, 2006).
5. Používejte schémata místo realistických kreseb – pro pochopení principu je lepší zjednodušený model než fotografie (Scheiter & Eitel, 2015).
6. Eliminujte dekorativní obrázky – kreslené postavičky nebo ozdobné prvky odvádějí pozornost (Carney & Levin, 2002).
7. Propojte ilustrace s aktivitou žáků – nechte je doplňovat popisky nebo tvořit vlastní schémata (Fiorella & Mayer, 2016).
8. Využívejte více reprezentací – kombinujte diagramy, tabulky a text, ale jen pokud každá reprezentace přidává hodnotu (Ainsworth, 2008).
9. Přizpůsobte ilustrace věku a úrovni žáků – mladším žákům postačí jednoduché ikonické obrázky, starším lze nabídnout detailnější schémata (Hegarty, 2011).
10. Zohledněte digitální možnosti – interaktivní ilustrace, animace či AR mohou být velmi účinné, pokud nejsou příliš komplexní (Lowe & Schnotz, 2008).

Biologické ilustrace nejsou pouhou ozdobou učebnice či prezentace. Jsou to didaktické nástroje, které mohou výrazně ovlivnit, jak žáci porozumí učivu a jak si jej zapamatují. Aby však plnily svou funkci, je třeba dodržovat několik jednoduchých zásad.

## Tři klíčová doporučení pro učitele:

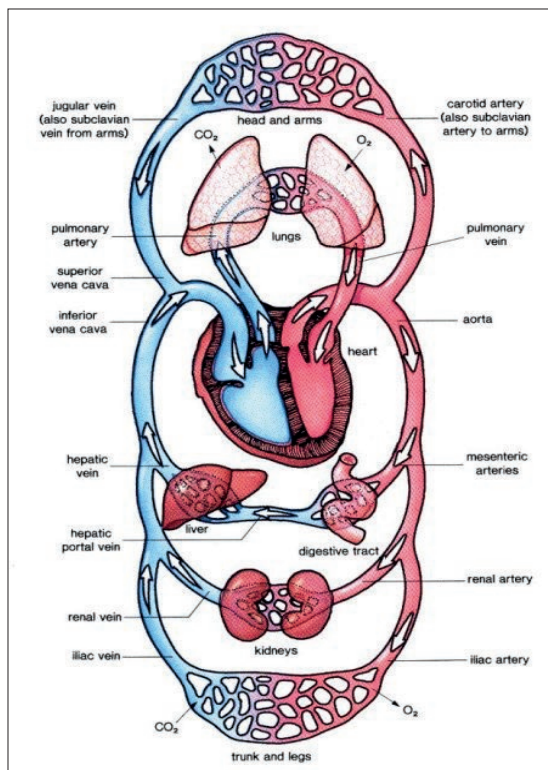
1. Ilustrace vždy podporuje učivo, neodvádí od něj pozornost. Vyhýbejte se dekorativním obrázkům a zbytečným detailům – méně je více.
2. Text a obrázek patří k sobě. Popisky umísťujte přímo do schémat a používejte barevné zvýraznění k usměrnění pozornosti žáků.
3. Zapojte žáky do práce s ilustrací. Nechte je doplňovat popisky, kreslit vlastní schémata nebo porovnávat různé vizualizace – aktivní práce podporuje porozumění i paměť.

## DOBRÁ A ŠPATNÁ PRAXE:

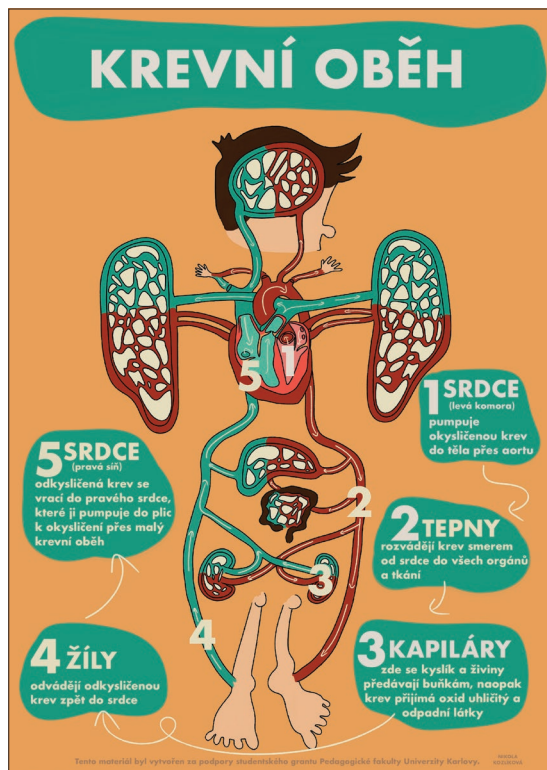
Pro názornost uvádíme ukázky ilustrací, které reflektují výše uvedené zásady efektivního využívání obrazového materiálu v biologii. Následující obrázky ukazují, jak mohou být schémata navržena tak, aby podporovala porozumění žáků, a naopak jak může nevhodná vizualizace vést k přetížení či nedorozumění.

Obrázky 1 a 2 představují příklady dobré praxe. Barevné rozlišení okysličené a odkysličené krve, zřetelné šipky ukazující směr proudění a jednoduché popisky usnadňují pochopení základních vztahů v krevním oběhu. V druhém obrázku je navíc informace didakticky zjednodušena, doplněna českými popisky a přizpůsobena věku žáků.

Naopak Obrázky 3 a 4 ukazují špatnou praxi. Nadměrné množství detailů nebo jejich nedostatek, odborné termíny a složitá grafická struktura ztěžují porozumění a mohou vést k přetížení pracovní paměti. Takto zpracované ilustrace mohou být užitečné v odborných textech, avšak pro žáky základní a střední školy jsou spíše kontraproduktivní.



Obr. 1 Kardiiovaskulární soustava – příklad dobré praxe.  
Zdroj: David Darling – The Encyclopedia of Science.



Obr. 2 Krevní oběh – příklad dobré praxe.  
Zdroj: vlastní tvorba (PeDF UK).

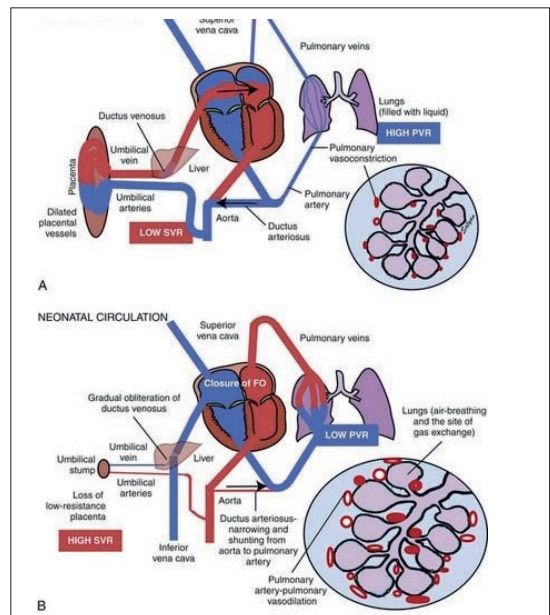
## Cílová skupina: Žáci základní školy

Tab. 1 Analýza didaktických prvků v obrázcích č. 1 a 2 – příklad dobré praxe

| Prvky, které podporují porozumění                      | Prvky, které mohou působit rušivě                              |
|--|--|
| Barevné rozlišení okysličené a odkysličené krve        | Možná přílišná schématicnost pro starší žáky                   |
| Zřetelné šipky ukazující směr toku krve                | Absence latinských názvů (vhodné pouze pro mladší žáky)        |
| Popisky přímo u částí schématu (ne v legendě)          | Přílišná jednoduchost může evokovat „dětský“ styl              |
| Jasná a přehledná struktura – snížená kognitivní zátěž | Neposkytuje detailní informace pro hlubší výklad (např. na SŠ) |

Obrázky č. 1 a 2 byly záměrně vybrány jako příklady dobré praxe pro výuku oběhové soustavy na základních školách. Jejich didaktickým cílem je podpořit porozumění komplexnímu systému krevního oběhu prostřednictvím vizuální přehlednosti, barevného odlišení a srozumitelných popisků. Využití vizuálního stylu snižuje kognitivní zátěž, jak doporučuje Mayer (2009) ve své kognitivní teorii multi-mediálního učení. Význam barev, směrových šipek a lokalizace popisků přímo na obrázku potvrzují i výsledky výzkumů (Tversky, Morrison & Betrancourt, 2002), které ukazují, že vizuálně vedená pozornost zvyšuje efektivitu porozumění vědeckým schémátům.

Zatímco ilustrace na obrázcích 1 a 2 přispívají ke srozumitelnosti učiva, **Obr. 3** naopak dobře ilustruje možná rizika nevhodného grafického zpracování. Jednotlivé části jsou barevně i prostorově velmi blízko u sebe a není zřejmé, co kam patří, to může být pro žáky matoucí. Takové uspořádání zvyšuje nároky na pracovní paměť žáků a může vést k nedorozumění v pochopení funkce oběhové soustavy.

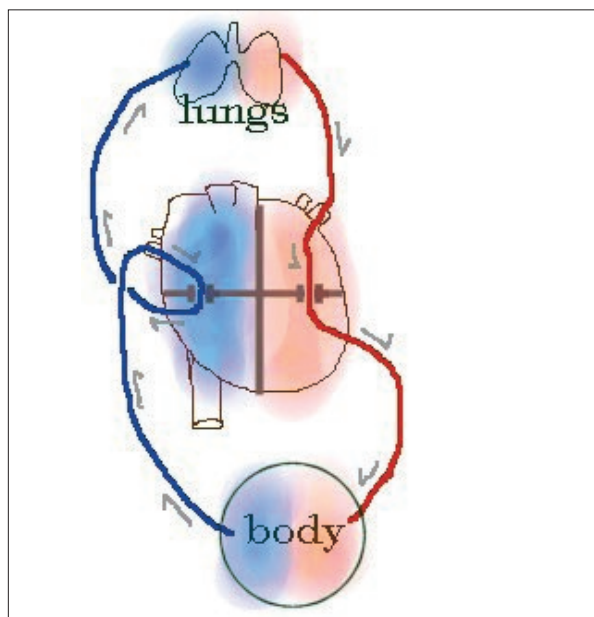


Obr. 3 Kardiovaskulární soustava – příklad špatné praxe. Zdroj: Clinical Gate – Diseases of Pulmonary Circulation.

### Cílová skupina: Studenti střední školy

Tab. 2 Analýza didaktických prvků v obrázku č. 3 – příklad špatné praxe

| Prvky podporující porozumění   | Prvky potenciálně rušivé  |
|--|---|
| Barevně odlišené oblasti (červená – okysličená, modrá – odkysličená krev) mohou žákům pomoci se základní orientací | Vysoká míra odborných detailů bez didaktického zjednodušení (např. názvy cév jako „ductus venosus“) není vhodná pro ZŠ/SS |
| Zobrazení různých typů cirkulace (fetální, neonatální) může být přínosné při pokročilem výkladu                    | Množství textu a popisů mimo schéma (nutnost hledat v legendě) zvyšuje kognitivní zátěž                                   |
| Realistický styl zobrazení odpovídá odborné literatuře   | Nevhodné pro žáky, kteří nemají předchozí znalosti dané tematiky (příliš komplexní pro začátečníky)                       |



Obr. 4 Krevní oběh – příklad špatné praxe. Zdroj: Wikimedia Commons.

## Cílová skupina: Studenti střední školy

Tab. 3 Analýza didaktických prvků v obrázku č. 4 – příklad špatné praxe

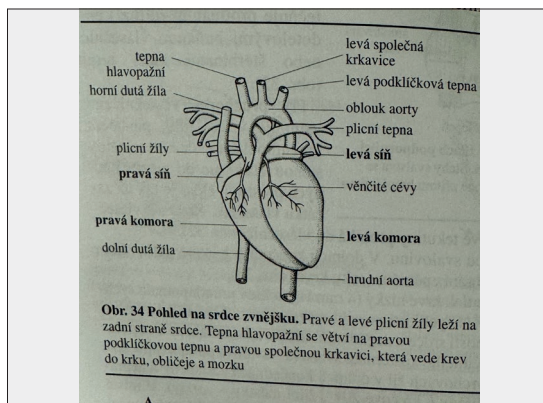
| Prvky podporující porozumění  | Prvky potenciálně rušivé   |
|---|--|
| Barevné rozlišení směru proudění krve (červená – okysličená, modrá – odkysličená) je základní vizuální pomůckou | Neostrý obrázek nízké kvality – nevhodný pro tištěné publikace                     |
| Jednoduché členění na „lungs“ a „body“ může být výchozím bodem pro mladší žáky                                  | Anglické popisky bez českého překladu mohou být pro žáky matoucí                   |
| Stylizovaný obrázek může evokovat aktivitu „doplnění schématu“  | Absence popisků srdečních oddílů – nedostatečné pro výuku stavby srdce             |
|   | Nejednoznačné uspořádání – neukazuje přesně směr toku v jednotlivých částech oběhu |

## UKÁZKY Z UČEBNIC

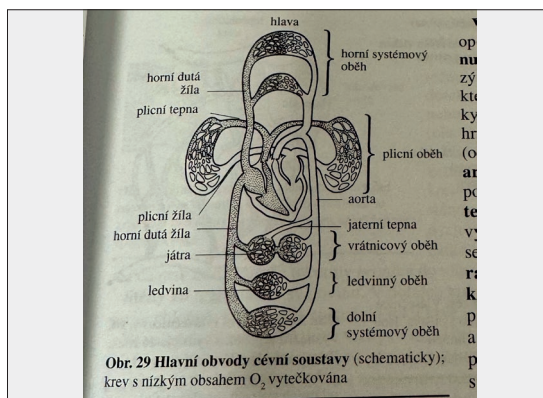
### Ilustrace krevního oběhu a anatomie srdce (učebnice Biologie člověka, Fortuna)

Učebnice Biologie člověka pro gymnázia obsahuje více ilustrací krevního oběhu a srdce. Jde o černobílé schématické nákresy, které kombinují věcnou správnost s přehledností a minimem rušivých prvků. V popiscích se používá čeština, text je v přímé vazbě na obrázek, bez nadměrného přepínání pozornosti.

Například ilustrace č. 34 („Pohled na srdce zvnějšku“) a č. 29 („Hlavní obvody cévní soustavy“) kombinují názornost, terminologii i přiměřenou míru detailu.



Obr. 5 Ukázka z učebnice. Zdroj: Novotný, Hruška: Biologie člověka pro gymnázia. Nakladatelství Fortuna, 3. rozšířené vydání, 2003. ISBN 80-7168-819-3.



Obr. 6 Ukázka z učebnice. Zdroj: Novotný, Hruška: Biologie člověka pro gymnázia. Nakladatelství Fortuna, 3. rozšířené vydání, 2003. ISBN 80-7168-819-3.

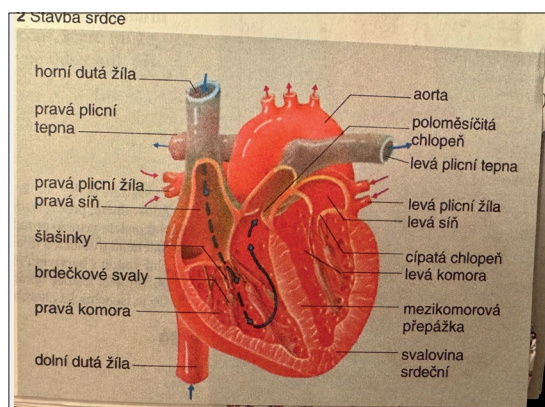
### Cílová skupina: Studenti střední školy

Tab. 4 Analýza didaktických prvků v obrázku č. 5 a 6 – Ukázka z učebnice

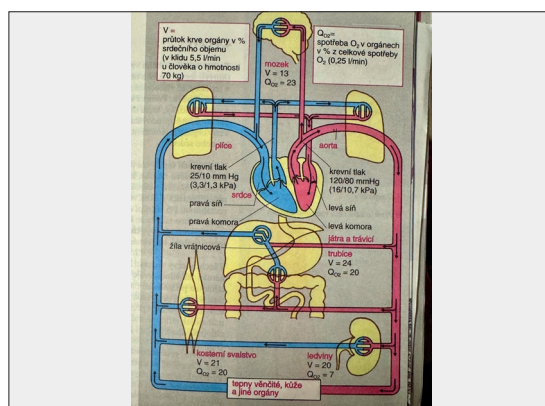
| Prvky podporující porozumění                                  | Potenciálně rušivé prvky   |
|---|--|
| Realistické ztvárnění anatomie s přesnými proporcemi          | Absence barevného zvýraznění komplikuje rychlou orientaci          |
| Česká odborná terminologie odpovídá běžné středoškolské výuce | Latinské názvy nejsou uvedeny – omezené využití pro přípravu na VŠ |
| Popisky jsou umístěny přímo u struktur – přehlednost          | Nezvýrazňuje funkční celky (např. malý a velký oběh)               |

## Ilustrace krevního oběhu a anatomie srdce (učebnice Člověk, Scientia)

Učebnice Člověk pro gymnázia a střední školy obsahuje barevné a přehledné ilustrace zobrazující stavbu srdce a celkové uspořádání krevního oběhu. Stavba srdce v řezu ukazuje realisticky zobrazené srdeční oddíly a chlopně s českými popisky. Schéma krevního oběhu ukazuje barevně odlišené cesty okysličené a odkysličené krve včetně hodnot průtoku a spotřeby  $O_2$  v jednotlivých orgánech. Obě ilustrace jsou vhodné pro výuku na SŠ, přičemž kombinují přesnost s přiměřenou názorností.



Obr. 7 Ukázka z učebnice. Zdroj: CIBIS, Norbert et al. Člověk: učebnice biologie člověka pro gymnázia a další střední školy. Přel. Rudolf Linc. Praha: Scientia, 1996. ISBN 80-7183-031-3.



Obr. 8 Ukázka z učebnice. Zdroj: CIBIS, Norbert et al. Člověk: učebnice biologie člověka pro gymnázia a další střední školy. Přel. Rudolf Linc. Praha: Scientia, 1996. ISBN 80-7183-031-3.

## Cílová skupina: Žáci základní školy

Tab. 5 Analýza didaktických prvků v obrázku č. 7 a 8 – Ukázka z učebnice

| Prvky podporující porozumění                                       | Potenciálně rušivé prvky  |
|--|---|
| Barevné odlišení okysličené a odkysličené krve usnadňuje orientaci | Použití zjednodušené anatomie může být nedostačující pro pokročilejší výuku |
| Směrové šipky ukazují logický tok krve                             | Chybí popis fází srdeční činnosti nebo zapojení orgánů                      |
| Schéma je vhodné pro úvodní seznámení s oběhem krve                | Neposkytuje informace o objemu nebo tlaku krve                              |

## DISKUZE

Výsledky této analýzy ukazují, že kvalita vizuálních prvků v učebnicích biologie se liší a může ovlivnit porozumění učivu. To odpovídá zjištěním autorů jako Mayer (2009), kteří upozorňují na důležitost redukce kognitivní zátěže pomocí přehledných, cílených a multimodálně podporovaných ilustrací. Podobně Schnotz (2005) rozlišuje mezi dekódujícími a konstruujícími vizualizacemi, přičemž efektivní ilustrace by měla podporovat obě roviny učení.

Zjištění v tomto článku potvrzují, že některé ilustrace běžně užívané ve výuce mohou vést k přetížení pracovní paměti, pokud nejsou vhodně navrženy (např. obr. 3). Naopak dobře strukturované a vizuálně vedené ilustrace (např. obr. 1 a 2) zvyšují šanci na porozumění a dlouhodobé zapamatování. Tento závěr je v souladu se studiemi Tversky, Morrison a Betrancourt (2002), které upozorňují na důležitost grafického vedení pozornosti a vizuální hierarchie.

Mezi hlavní limity této práce patří zaměření pouze na oblast oběhové soustavy a analýza vybraných obrázků bez přímého zapojení žáků do ověřování efektivity. Do budoucna by bylo vhodné analýzu rozšířit na další tematické celky v biologii a realizovat výzkum, který porovná dopad různých typů ilustrací na porozumění žáků.

V zahraničních studiích se stále více objevují multimediální přístupy (např. animace nebo interaktivní simulace), které by bylo možné porovnat s klasickými ilustracemi v učebnicích. Daniswara a Fadilah (2025) ukazují, že komiksové vizualizace mohou usnadnit porozumění obtížných biologických témat. Podobně studie Arifa et al. (2024) potvrzuje pozitivní vliv video-asistované výuky na motivaci a porozumění. Tyto poznatky lze dále podpořit i výsledky Fang, Wu a Gao (2025), kteří využili pokročilé vizualizační nástroje (včetně strojového učení) v medicínském a přírodovědném vzdělávání.

## ZÁVĚR

Tento text si kladl za cíl propojit teoretické poznatky o vizuálním učení s konkrétními příklady z praxe a nabídnout učitelům biologických předmětů návod, jak efektivně využívat ilustrace k usnadnění výkladu i aktivizaci žáků. Věříme, že uvedená doporučení mohou přispět k rozvoji vizuální gramotnosti nejen mezi žáky, ale i mezi pedagogy.

### Literatura

- Arif, M. M., Rameen, H. M. H. Z., Suleman, N., & Ali, G. (2024). Extent of adoption of video-assisted learning in lectures. ResearchGate. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/390460564>
- Ainsworth, S. (2008). The educational value of multiple representations. *Learning and Instruction*, 18(2), 109–117. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.001>
- Butcher, K. R. (2006). Learning from text with diagrams: Promoting mental model development and inference generation. *Learning and Instruction*, 16(3), 266–278. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.004>
- Carney, R. N., & Levin, J. R. (2002). Pictorial illustrations still improve students' learning from text. *Educational Psychology Review*, 14(1), 5–26. <https://doi.org/10.1023/A:1013176309260>

- Chavan, C. U., & Gaddam, S. J. (2025). Graphic organizers: An innovative practice in learning science. ResearchGate. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/395314690>
- Cibis, N. et al. (1996). *Člověk: učebnice biologie člověka pro gymnázia a další střední školy*. Přel. Rudolf Linc. Praha: Scientia. ISBN 80-7183-031-3.
- Clark, J. M., & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3(3), 149–210. <https://doi.org/10.1007/BF01320076>
- Daniswara, K. R., & Fadilah, M. (2025). Comic media in biology education based on socio-scientific issues and its effectivity: A narrative literature study. *Journal of Science Education*. <https://doi.org/10.52562/biochephy.v5i1.1515>
- Fang, Y., Wu, Y., & Gao, L. (2025). Machine learning-based visualization and comprehension in medical education. *Frontiers in Medicine*. Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmed.2025.1477351/full>
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2016). Eight principles of multimedia learning. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(4), 367–375. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2016.09.011>
- Hegarty, M. (2011). The cognitive science of visual-spatial displays. *Topics in Cognitive Science*, 3(3), 446–474. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2011.01150.x>
- Levin, J. R., Anglin, G. J., & Carney, R. N. (1987). On empirically validating functions of pictures in prose. In D. M. Willows & H. A. Houghton (Eds.), *The psychology of illustration* (pp. 51–91). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4674-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4674-9_3)
- Lowe, R. K., & Schnotz, W. (2008). *Learning with animation: Research and design implications*. Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.003>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52. [https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801\\_6](https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_6)
- Novotný, I., Hruška, M. (2003). *Biologie člověka pro gymnázia*. Praha: Fortuna. ISBN 80-7168-819-3.
- Pekrun, R., & Linnenbrink-Garcia, L. (2014). *International handbook of emotions in education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203148211>
- Scheiter, K., & Eitel, A. (2015). The use of realistic pictures in learning with text. *Educational Psychology Review*, 27(1), 1–38. <https://doi.org/10.1007/s10648-014-9264-4>
- Schnotz, W. (2014). An integrated model of text and picture comprehension. *Educational Psychology Review*, 26(1), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9245-y>
- Schnotz, W., & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*, 13(2), 141–156. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00017-8](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00017-8)
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- Tversky, B., Morrison, J. B., & Betrancourt, M. (2002). Animation: Can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies*, 57(4), 247–262. <https://doi.org/10.1006/ijhc.2002.1017>