

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta

Katedra biologie a enviromentálních studií

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Základy biologie buňky na 2. stupni základní školy
Basics of Cell Biology at Lower Secondary School

Bc. Veronika Traganová

Vedoucí práce: RNDr. Lenka Pavlasová, Ph.D.
Studijní program: Učitelství biologie pro 2. stupeň základní školy a střední školy (N0114A300088)
Studijní obor: N BI 20

2024

Odevzdáním této diplomové práce na téma *Základy biologie buňky na 2. stupni základní školy* potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze, 11.7.2024

Ráda bych poděkovala skvělé vedoucí své práce, RNDr. Lence Pavlasové, Ph.D., za její trpělivost, rady a čas, který mi věnovala. Poděkování náleží také mým rodičům a partnerovi, kteří mě podporovali během studia i zpracování této práce.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zaměřuje na výuku základů biologie buňky na 2. stupni základní školy. Cílem práce je vytvořit efektivní výukový materiál, který zahrnuje teoretické a praktické aktivity zaměřené na výuku stavby a funkce buňky, základů molekulární biologie, dělení buňky a dědičnosti. Práce je rozdělena do několika hlavních částí, které zahrnují teoretické východisko, metodologii výzkumu, implementaci výukového materiálu a jeho ověření v praxi. První část práce se zabývá teoretickými aspekty výuky tohoto tématu v rámci přírodopisu na základních školách. Analýza literatury a kurikulárních dokumentů poskytuje rámec pro tvorbu výukového materiálu, který je přizpůsoben specifickým potřebám žáků 6. třídy. Metodická část práce popisuje postup při zjišťování prekonceptů žáků, tvorbu výukového materiálu a následné testování jeho efektivity. Výzkum byl realizován ve dvou fázích: zjištění prekonceptů a implementace výukového materiálu s následným ověřením pochopení a dlouhodobého uchování znalostí. Výsledky výzkumu ukazují, že použití aktivizujících metod a didaktických her výrazně zlepšilo porozumění a zapamatování si učiva o stavbě a funkci buňky, které je považováno za kritické téma výuky přírodopisu. Žáci prokázali lepší výsledky v testech nejen bezprostředně po výuce, ale i po třech měsících, což potvrzuje dlouhodobý pozitivní vliv použitých metod. Práce přináší cenné poznatky pro další vývoj a inovace ve výuce přírodních věd na základních školách.

KLÍČOVÁ SLOVA

Buňka, základy molekulární biologie, aktivizující metody, výukové materiály, základní škola

ABSTRACT

This thesis focuses on teaching the basics of cell biology at the lower secondary school level. The aim of the work is to create an effective teaching material that includes theoretical and practical activities aimed at teaching the structure and function of the cell, the basics of molecular biology, cell division, and heredity. The work is divided into several main parts, including theoretical background, research methodology, implementation of the teaching material, and its verification in practice.

The first part of the thesis deals with the theoretical aspects of teaching this topic within natural science education at elementary schools. The analysis of literature and curricular documents provides a framework for the development of teaching materials tailored to the specific needs of 6th-grade students. The methodological part describes the process of identifying students' preconceptions, the creation of teaching materials, and the subsequent testing of their effectiveness. The research was conducted in two phases: identifying preconceptions and implementing the teaching material followed by verification of understanding and long-term retention of knowledge.

The results of the research show that the use of activating methods and didactic games significantly improved the understanding and retention of the subject matter concerning the structure and function of the cell, which is considered a critical topic in natural science education. Students demonstrated better test results not only immediately after the lessons but also after three months, confirming the long-term positive impact of the methods used. This work provides valuable insights for further development and innovation in the teaching of natural sciences at elementary schools.

KEYWORDS

Cell, basics of molecular biology, activating methods, teaching materials, elementary school

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Eukaryotická buňka	11
2.1 Výuka základu biologie buňky na 2. stupni základních škol	12
2.1.1 Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání	13
2.1.2 Zařazení tématu do výuky přírodopisu na 2. stupni základních škol před rokem 2021	14
2.1.3 Zařazení tématu do výuky přírodopisu na 2. stupni základních škol po roce 2021	15
2.1.4 Vybrané učebnice přírodopisu pro 6. ročník základní školy	15
2.1.5 Důvody odstranění tématu stavby buňky z RVP ZV	16
2.1.6 Téma stavby a funkce eukaryotické buňky jako kritické místo výuky přírodopisu	17
2.1.7 Využití vhodných didaktických přístupů a metodologie ve výuce kritických témat v přírodopise.....	18
2.1.8 Důležitost návaznosti učiva.....	19
2.1.9 Propojení tématu s dalšími předměty a mezipředmětové vztahy	21
2.2 Metody výuky ve výuce přírodopisu	22
2.2.1 Klasické metody ve výuce přírodopisu	24
2.2.2 Aktivizující metody a didaktické hry ve výuce přírodopisu	25
2.2.4 Metody výuky podporující kritické myšlení ve výuce přírodopisu	26
2.2.5 Vizualizační metody ve výuce přírodopisu	28
3. Vlastní výzkum	32
3.1 Cíle a design výzkumu.....	32
3.2 Účastníci výzkumu	33
3.2.1 Popis školy a školní vzdělávací program	33
3.2.2 Charakteristika tříd účastnících se výzkumu.....	34
3.2 Výzkumný nástroj	35
3.2.1 Úlohy didaktického testu, autorské řešení a hodnocení.....	35
3.3 Materiály pro výuku a metodologie.....	39
3.3.1 První vyučovací hodina.....	39
3.3.2 Druhá vyučovací hodina.....	40
3.3.3 Třetí vyučovací hodina.....	42

4. Průběh výzkumu	44
4.1 Vstupní test.....	44
4.2 První vyučovací hodina	44
4.2.1 Praktická aktivita: Nákres a popis buněk	44
4.2.2 Popis funkcí organel	45
4.2.3 Závěr a shrnutí	45
4.2.4 Reflexe a návrhy na zlepšení.....	45
4.3 Druhá vyučovací hodina.....	46
4.3.1 Praktická aktivita – tvorba modelu eukaryotické buňky	46
4.3.2 Diskuse o dědičnosti	47
4.3.3 Pracovní listy s metodou I.N.S.E.R.T.	47
4.3.4 Závěr hodiny	48
4.3.5 Reflexe a návrhy na zlepšení.....	48
4.4 Třetí vyučovací hodina.....	49
4.4.1 Didaktická hra	49
4.4.2 Nákres dělení buněk.....	50
4.4.3 Závěr hodiny a reflexe metodou I.N.S.E.R.T.	50
4.4.4 Reflexe a návrhy na zlepšení.....	51
4.5 Výstupní test po ukončení tematického celku	51
4.6 Výstupní test s odstupem 3 měsíců.....	52
5. Výsledky.....	53
5.1 Výsledky vstupního testu.....	53
5.1.1 Výsledky jednotlivých otázek vstupního testu	54
5.2 Výsledky Výstupního testu 1	55
5.2.1 Výsledky jednotlivých otázek Výstupního testu 1	57
5.3 Výsledky Výstupního testu 2	58
5.3.1 Výsledky jednotlivých otázek Výstupního testu 2.....	59
5.4 Přehled výsledků všech testů	61
6. Diskuse.....	63
7. Závěr.....	67
Seznam odborné literatury	68
Seznam příloh	73

Seznam obrázků.....	73
Seznam tabulek	73
Seznam grafů	73

1. Úvod

Vzdělávání v oblasti přírodních věd je jedním z pilířů moderního vzdělávacího systému, jehož cílem je rozvoj kritického myšlení a přírodovědné gramotnosti u žáků. Jedním z klíčových témat, které je potenciální součástí kurikula na 2. stupni základních škol, je výuka stavby buňky a základů molekulární biologie. Tato diplomová práce se zaměřuje na problematiku výuky základů biologie buňky na 2. stupni základních škol, přičemž klade důraz na teoretické i praktické aspekty tohoto vzdělávacího procesu.

Záměrem této práce je vytvořit efektivní výukový materiál pro učitele přírodopisu, který zahrnuje teoretické a praktické aktivity zaměřené na výuku stavby a funkce buňky, základů molekulární biologie, dělení buňky a dědičnost. Konkrétní cíle vytvořeného výukového materiálu jsou pak zvýšit u žáků porozumění základním biologickým konceptům, jako je struktura a funkce eukaryotických buněk, rozdíly mezi rostlinnou a živočišnou buňkou a základní procesy probíhající uvnitř buňky. Dále podpořit aktivní zapojení žáků do výuky prostřednictvím didaktické hry a praktických činností, které jim umožní lépe si osvojit probíranou látku. V neposlední řadě je to pak ověřit efektivitu navrženého výukového materiálu prostřednictvím testování znalostí žáků před a po výuce a po uplynutí tří měsíců, aby bylo možné posoudit dlouhodobé uchování získaných znalostí.

Význam výuky tohoto tématu spočívá v jeho fundamentální roli pro pochopení dalších biologických procesů a systémů. Pochopení struktury a funkce buňky je nezbytné pro další studium genetiky, fyziologie a dalších příbuzných vědních oborů (RVP ZV, 2023). Navíc, modernizace vzdělávacího obsahu a integrace aktivizujících metod do výuky mohou zvýšit motivaci a angažovanost žáků, což je zvláště důležité při výuce složitých témat (Prensky, 2010).

Výuka biologie na základních školách je upravena Rámcovým vzdělávacím programem pro základní vzdělávání (RVP ZV, 2023), který definuje klíčové kompetence, které by žáci měli dosáhnout na konci základního vzdělávání (MŠMT, 2023). V rámci tohoto programu je výuka přírodních věd rozdělena do několika oblastí, z nichž jedna se zabývá biologií. Téma stavby a funkce buňky je zahrnuto v oblasti biologie rostlin a živočichů, kde se očekávané výstupy zaměřují na uspořádání buněk, tkání, orgánů a orgánových soustav.

Tato práce je založena na teoretických základech didaktiky přírodních věd, které zdůrazňují význam systematického a cíleného přístupu k výuce. Podle Maňáka a Švece (2003) je výuková metoda způsobem, jakým učitel organizuje a řídí výukový proces, aby dosáhl stanovených vzdělávacích cílů. Mojžíšek (1998) a Skalková (2006) zdůrazňují, že volba výukové metody závisí na konkrétních podmínkách výuky, jako jsou věk žáků, jejich předchozí znalosti a zkušenosti, a materiální a technické vybavení školy. Kalhous a Obst (2002) kladou důraz na význam interaktivních metod, které podporují rozvoj kritického myšlení a schopnosti spolupracovat.

V rámci teoretické části diplomové práce je zahrnuta také analýza Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání a jeho implementace v školních vzdělávacích programech. Vzhledem ke změnám v Rámcovém vzdělávacím programu, které proběhly v roce 2021, kdy bylo téma stavby buňky odstraněno z předepsaných výstupů výuky přírodopisu v 6. ročníku (RVP ZV, 2021) je součástí teoretické části také diskuse o důležitosti tématu buněčné biologie ve vzdělávacím procesu, jeho zařazení do kurikula a návaznost na výuku dalších předmětů.

V metodické části diplomové práce je popsána metodologie a design výzkumu. První fází výzkumu bylo zjištění prekonceptů žáků 6. třídy. K tomu byl použit didaktický test vytvořený s asistencí paní doktorky Lenky Pavlasové. Test obsahoval otevřené otázky, které umožnily žákům vyjádřit své vlastní představy a poskytly kvantitativní data pro analýzu.

Další částí výzkumu byla tvorba výukového materiálu, který zahrnoval jak teoretickou část, tak praktické aktivity a didaktické hry. Tento materiál byl navržen tak, aby aktivně zapojil žáky do procesu učení a podpořil jejich hlubší pochopení probírané látky. Při tvorbě materiálu byly využity aktivizující metody výuky, které zahrnují metody kritického myšlení, jako je brainstorming a metoda I.N.S.E.R.T. (Maňák & Švec, 2003).

Posledním krokem výzkumu bylo ověření pochopení pojmů a souvislostí pomocí testu, který byl zadán po ukončení výuky na dané téma a znovu po třech měsících. Tímto způsobem bylo možné posoudit jak okamžité, tak dlouhodobé uchování znalostí.

Tato diplomová práce přináší několik důležitých přínosů pro výuku přírodopisu na základních školách. Za prvé, identifikace prekonceptů žáků umožňuje učitelům lépe

pochopit, jaké představy mají žáci o složitých biologických konceptech před formálním výkladem. Tímto způsobem mohou učitelé efektivněji přizpůsobit svou výuku tak, aby korigovala nesprávné představy a podpořila hlubší pochopení probírané látky.

Dalším přínosem je vytvořený výukový materiál, který poskytuje učitelům konkrétní nástroje a strategie, jak efektivně vyučovat téma stavby a funkce buňky. Tento materiál zahrnuje jak teoretické informace, tak praktické aktivity, které podporují aktivní učení a motivaci žáků. Didaktické hry a aktivizující metody, jako je tvorba modelů buňky z modelíny, poskytují žákům možnost prakticky si osvojit teoretické znalosti a lépe pochopit prostorové uspořádání a funkce jednotlivých buněčných organel (Kalhous & Obst, 2002).

V neposlední řadě je zde přednesen výzkum trvalosti učiva. Ten poskytuje cenné informace o efektivitě použitého výukového materiálu a metod. Tyto výsledky mohou sloužit jako základ pro další výzkum a vývoj efektivnějších výukových strategií pro složitá biologická témata.

2. Eukaryotická buňka

Eukaryotická buňka představuje základní stavební a funkční jednotku všech eukaryotických organismů, zahrnující rostliny, živočichy, houby a protista. Je charakterizována přítomností pravého jádra obklopeného jadernou membránou, což ji odlišuje od prokaryotických buněk, které jádro nemají.

Vnitřní prostor eukaryotické buňky je fosfolipidovou membránou rozdělen na organely, z nichž každá má specifickou strukturu a funkci. Jádro je centrální organelou eukaryotické buňky a obsahuje genetický materiál ve formě DNA. DNA je během buněčného dělení organizována do chromozomů, které jsou replikovány a přenášeny do dceřiných buněk. Jádro je obklopeno jadernou membránou s jadernými póry, které umožňují transport molekul mezi jádrem a cytoplazmou (Alberts et al., 2002, s. 453).

Energetickými centry buňky jsou mitochondrie, kde probíhá buněčné dýchání a produkce ATP, hlavní energetické sloučeniny buňky. Jsou obklopeny dvojitou membránou a obsahují vlastní DNA a ribozomy, což naznačuje jejich endosymbiotický původ (Alberts et al., 2002, s. 563).

Další organelou je endoplazmatické retikulum. Jedná se o systém membránových kanálků a váčků, který se dělí na drsné endoplazmatické retikulum a hladké endoplazmatické retikulum. Drsná část je posetá ribozomy a je místem syntézy a modifikace proteinů, zatímco hladká část se podílí na syntéze lipidů a detoxikaci buněk (Alberts et al., 2002, s. 675).

Na endoplazmatické retikulum často přímo navazuje Golgiho aparát. Ten je odpovědný za třídění, modifikaci a transport proteinů a lipidů, které jsou syntetizovány v právě v endoplazmatickém retikulu. Je složen z membránových cisteren, které přijímají transportní vesikuly z endoplazmatického retikula a expedují je do různých částí buňky (Alberts et al., 2002, s. 753).

V buňce se dále vyskytují malé organely lysosomy a peroxisomy. Lysosomy obsahují hydrolytické enzymy. V nich dochází k rozkladu makromolekul, poškozených buněčných struktur a cizorodých částic. Peroxisomy jsou pak zapojeny do oxidativních reakcí a rozkladu peroxidu vodíku (Alberts et al., 2002, s. 845).

Jako základní jednotka tkání a organismů, nebo i samostatně žijící je každá buňka schopna provádět základní procesy spojené s výrobou energie, vzniku stavebních látek a rozmnožování. Těmito základními biologickými procesy v buňkách se zabývá molekulární biologie.

Eukaryotické buňky provádějí komplexní metabolické reakce zahrnující katabolismus a anabolismus, které jsou nezbytné pro získávání a využívání energie (Berg et al., 2002, s. 123). Buňky se mohou dělit mitózou, nebo meiózou což zajišťuje růst, opravu a reprodukci organismů (Alberts et al., 2002, s. 543).

Stěžejní součástí každé živé buňky je molekula DNA. Ta je uschovaná v jádře a dochází u ní pouze k procesům spojeným s replikací, opravou nebo genovou expresí. Genová exprese je proces, při kterém se genetická informace z DNA přepisuje do mRNA, která je následně přeložena do proteinů. Proteiny jsou pak klíčovými molekulami, které vykonávají širokou škálu funkcí v buňce (Watson et al., 2004, s. 245).

Proces syntézy bílkovin je znám jako translace a probíhá na ribozomech v cytoplazmě buňky. Pro vznik proteinů je podstatná molekula mRNA, která nese informaci o pořadí aminokyselin, které jsou základní složkou všech proteinů. Molekula mRNA je rozeznána ribozomem, což je buněčná struktura schopná katalyzovat vznik proteinové vazby mezi jednotlivými aminokyselinami (Watson et al., 2004, s. 389).

Tyto procesy jsou základními mechanismy, které umožňují buňkám se diferenciovat podle konkrétní funkce v organismu nebo se přizpůsobit měnícím se podmínkám a udržovat homeostázu. Znalost těchto základů molekulární biologie je nezbytná pro pochopení komplexních biologických procesů.

2.1 Výuka základu biologie buňky na 2. stupni základních škol

Vzdělávání v oblasti přírodních věd hraje klíčovou roli v rozvoji kritického myšlení a přírodovědné gramotnosti u žáků. Jedním z důležitých témat, které je potenciální součástí kurikula na 2. stupni základních škol, je výuka stavby buňky a základů molekulární biologie. Toto téma přináší žákům základní porozumění struktury a funkce buněk, což je nezbytné pro další studium biologie a příbuzných vědních oborů.

2.1.1 Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV) slouží jako závazný podklad pro tvorbu školních vzdělávacích programů (ŠVP) na základních školách. Tento dokument definuje klíčové kompetence, které by žáci měli dosáhnout na konci základního vzdělávání. RVP ZV rovněž specifikuje rámcový obsah učiva, stanovuje očekávané výstupy a popisuje průřezová témata (MŠMT, 2023, s. 73–74).

V současnosti je vzdělávací obsah v RVP ZV rozdělen do devíti vzdělávacích oblastí, z nichž každá obsahuje jeden nebo několik obsahově příbuzných vzdělávacích oborů (MŠMT, 2023). Vzdělávací oblast „Člověk a příroda“ zahrnuje problematiku spojenou se studiem přírody a zahrnuje obory fyzika, chemie, přírodopis a zeměpis. Tyto obory umožňují žákům pochopit přírodní zákonitosti a aplikovat vědecké poznatky v praktickém životě. V rámci přírodopisu se učivo člení na osm tematických celků, mezi něž patří obecná biologie a genetika, biologie hub, biologie rostlin, biologie živočichů, biologie člověka, neživá příroda, základy ekologie a praktické poznávání přírody (MŠMT, 2023).

Učivo obecné biologie a genetiky je členěno do čtyř hlavních tematických celků s očekávanými výstupy a doporučenou úrovní pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření. První celek se zaměřuje na základní projevy života, jako jsou výživa, dýchání, růst, rozmnožování, vývoj a reakce na podněty, a poskytuje přehled vývoje života. Druhý celek se soustředí na podstatu pohlavního a nepohlavního rozmnožování. Další část se zabývá příklady dědičnosti v praktickém životě. Poslední celek se věnuje významu virů a bakterií pro přírodu a člověka (MŠMT, 2023).

Buněčná biologie je dále zahrnuta v oblasti biologie rostlin, kde očekávané výstupy zahrnují uspořádání rostlinného těla od buňky přes pletiva až k jednotlivým orgánům (P-9-3-01) a principy základních fyziologických procesů rostlin (P-9-3-02). V oblasti biologie živočichů se učivo obecné biologie věnuje stavbě a funkci živočišných buněk, tkání, orgánů, orgánových soustav a základním projevům chování živočichů (P-9-4-01, P-9-4-03). Učivo biologie člověka zahrnuje stavbu a funkci orgánů a orgánových soustav, fylogenezi a ontogenezi člověka a běžné nemoci (RVP ZV, 2023, s. 73–74).

RVP ZV je pravidelně inovován, aby reflektoval potřeby společnosti, zájmy žáků a zkušenosti učitelů. V roce 2021 Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy vydalo

revidovaný RVP ZV, jehož cílem bylo modernizovat obsah vzdělávání. Byla zavedena nová vzdělávací oblast Informatika s důrazem na digitální gramotnost žáků, a mezi klíčové kompetence byla zařazena digitální kompetence. Z důvodu zvýšení počtu hodin informatiky a její integrace do dalších oblastí došlo k redukci obsahu některých vzdělávacích oblastí. Školy musí začít vyučovat podle upravených ŠVP v souladu s revidovaným RVP ZV nejpozději do 1. září 2023 pro první stupeň a do 1. září 2024 pro druhý stupeň. Došlo také k redukci obsahu obecné biologie a genetiky kvůli duplicitě učiva v oblastech biologie rostlin, živočichů a člověka (MŠMT, 2022).

2.1.2 Zařazení tématu do výuky přírodopisu na 2. stupni základních škol před rokem 2021

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, který je závazný pro všechny základní školy v České republice, zahrnoval tuto problematiku jako součást tematického okruhu „*Obecná biologie a genetika*“. Konkrétně se jednalo o výstupy, kdy „*žák popíše základní rozdíly mezi buňkou rostlin, živočichů a bakterií a objasní funkci základních organel*“ a „*uvede příklady dědičnosti v praktickém životě a příklady vlivu prostředí na utváření organismů*“ (RVP ZV, 2017).

Podle RVP ZV (2017) byly cíle výuky v této oblasti zaměřeny na pochopení základních struktur a funkcí eukaryotické buňky, rozdíly mezi rostlinnou a živočišnou buňkou a základní principy molekulární biologie, včetně dědičnosti a genetického kódu. Téma stavby eukaryotické buňky bylo obvykle zařazeno do učebních osnov pro 6. ročník, navazující na témata vzniku života na Zemi a základních projevů života. Tyto poznatky pak rozvíjelo téma „*biologie rostlin*“, často vyučované v 7. ročníku, kde je nutné obecně zmínit fotosyntézu, a tedy stavbu rostlinné buňky. Živočišná buňka a procesy jejího dělení se pak probírají při výuce tématu „*rozmnožování člověka*“, které je zařazováno v osnovách základních škol nejčastěji do 8. ročníku. Dle výstupu tematického okruhu „*Biologie člověka*“ „*žák objasní vznik a vývin nového jedince od početí až do stáří*“ (RVP ZV, 2017). Lze tedy předpokládat výklad alespoň obecných informací o vzniku pohlavních buněk a principech dědičnosti.

2.1.3 Zařazení tématu do výuky přírodopisu na 2. stupni základních škol po roce 2021

V letech 2021 a 2023 došlo k významným změnám v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (RVP ZV), které se dotkly i výuky přírodopisu na základních školách. Jednou z těchto změn bylo odstranění tématu stavby eukaryotické buňky z povinných výstupů (RVP ZV 2021, RVP ZV 2023).

Pokud ale nahlédneme pod očekávané výstupy do sekce „učivo“ nalezneme tam specifikaci „*dědičnost a proměnlivost organismů – podstata dědičnosti a přenos dědičných informací, gen, křížení*“ (RVP ZV, 2023).

Odstranění témat by se mělo promítnout také do obsahu školních vzdělávacích programů (ŠVP) jednotlivých škol. ŠVP je kurikulární dokument, který musí být vytvořen v souladu s Rámcovým vzdělávacím programem (RVP). Tento dokument je sestavován pedagogy na jednotlivých školách v České republice a schvalován ředitelem dané školy. ŠVP poskytuje pedagogům možnost profilovat svou školu a vyjádřit své vlastní představy o vzdělávání (Průcha, 2009).

2.1.4 Vybrané učebnice přírodopisu pro 6. ročník základní školy

Mnohé učebnice pro 6. ročník používané na základních školách stále obsahují kapitoly zabývající se stavbou eukaryotické buňky, včetně popisu jejích organel a funkcí. Přestože se toto téma již nenachází v povinných výstupech přírodopisu, učitelé mají možnost téma stále vyučovat, pokud se domnívají, že je to pro žáky přínosné.¹

Pokud nahlédneme do vybraných učebnic přírodopisu pro 6. ročník, nalezneme v nich často kapitolu věnovanou porovnání rostlinné a živočišné eukaryotické buňky.

Učebnice nakladatelství Fraus (2021, s. 22-23), Přírodopis pro 6. ročník – nová generace, například porovnává stavbu rostlinné a živočišné buňky. Na obrázcích obou buněk ale nepopisuje organely spojené s proteosyntézou. Došlo zde tedy upravení obsahu učiva tak, aby žáky nezatěžovalo složitými pojmy, ale soustředilo se na organely jako „*jádro*“ nebo „*plastidy*“.

¹ <https://clanky.rvp.cz/clanek/o/z/411/RVP-ZV.html>

Hravý přírodopis 6 nakladatelství Taktik (2017, s.17-18) představuje žákům obrázek živočišné a rostlinné buňky, uvádí základní pojmy spojené s jejich stavbou a jejich stručný popis.

V učebnici Přírodopis I (Scientia, 2016, s. 30–31) najdeme zmínku o buňkách jako základních stavebních jednotkách všech živých organismů. Dále jsou buňky popsány v samostatné kapitole včetně buněčných organel a jejich funkcí nebo způsobů výživy buněk. V následující kapitole zabývající se rozmnožováním, je popsán proces dělení buňky včetně tvorby chromozomů a obrázku znázorňujícího dělení buňky a jádra (Scientia, 2016, s. 34–39).

2.1.5 Důvody odstranění tématu stavby buňky z RVP ZV

Upuštění od výuky stavby a funkce eukaryotické buňky v 6. ročníku základního vzdělávání vzbudilo řadu diskusí mezi pedagogy, vědci a odbornou veřejností.

Jedním z hlavních důvodů vyškrtnutí tématu stavby buňky je jeho vysoká kognitivní náročnost. Výuka složitých biologických konceptů, jako je buněčná struktura a funkce, vyžaduje určitou úroveň abstraktního myšlení, kterou mladší žáci často ještě nerozvinuli. Podle výzkumu Jean Piageta, významného vývojového psychologa, děti procházejí několika stadii kognitivního vývoje. Téma stavby buňky vyžaduje schopnost operovat s abstraktními pojmy, což je typické pro stadia formálních operací, které se objevují až kolem 11-12 let. V mladším školním věku, kdy se žáci nacházejí v konkrétně-operacionálním stadiu, je pro ně obtížné pochopit abstraktní koncepty bez konkrétních příkladů a vizuálních pomůcek (Piaget, 1972).

Dalším důvodem je snaha o zefektivnění a zjednodušení kurikula. Rámcové vzdělávací programy musí vyvažovat šíři a hloubku vzdělávacího obsahu tak, aby byly pro žáky zvládnutelné a přiměřené. Některé odborné komise proto navrhly přesunout náročnější témata, jako je stavba buňky, do vyšších ročníků nebo do středního vzdělávání, kde je větší časový prostor a žáci jsou již lépe připraveni na jejich pochopení (NPI, 2023).

Podstatným argumentem byl také fakt, že v rámci modernizace vzdělávacích programů se stále více klade důraz na propojení a integraci různých vědních oborů (Podroužek, 2002). Některá témata, která dříve byla vyučována samostatně, jsou nyní

začleňována do širších kontextů, kde mohou být lépe pochopena a aplikována. Například místo izolované výuky o buňkách se učitelé mohou zaměřit na širší téma ekosystémů a organismů, kde se buněčné struktury probírají jako součást větších biologických procesů.

2.1.6 Téma stavby a funkce eukaryotické buňky jako kritické místo výuky přírodopisu

Buněčná biologie je často považována za kritické místo v kurikulu přírodopisu, jak uvádí několik autorů (Vágnerová et al., 2018). Kritická místa výuky jsou ty oblasti, kde žáci častěji chybují a narážejí na obtíže při osvojování učiva (Rokos et al., 2021; Vágnerová et al., 2018).

Podle studie výzkumníků z Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (Rokos et al., 2021, s. 17-34), které se zúčastnilo 32 učitelů přírodopisu na druhém stupni základních škol, patří buněčná biologie mezi nejčastěji zmiňovaná kritická místa výuky přírodopisu. Celkem 12 dotázaných učitelů označilo toto učivo za kritické a rovněž za málo oblíbené jak z pohledu učitelů, tak z pohledu žáků (Rokos et al., 2021, s. 17-34). Oblíbenost tohoto učiva ohodnotili učitelé průměrně číslem 3,3 na škále od 1 (naprosto oblíbené) do 5 (naprosto neoblíbené). U žáků byla oblíbenost hodnocena průměrem 2,4, přičemž toto hodnocení vycházelo z pohledu učitelů, nikoli samotných žáků. Na středních školách zůstává buněčná biologie kritickým místem výuky, kdy téměř polovina dotázaných učitelů označila toto učivo za problematické. Nejčastěji byla jako kritická identifikována genetika, která je úzce spjata s buněčnou a molekulární biologii.

Západočeská univerzita v Plzni se rovněž zaměřila na identifikaci kritických míst ve výuce přírodopisu na druhém stupni základních škol (Vágnerová et al., 2018). Z jejich výzkumu, do kterého se zapojilo 28 učitelů přírodopisu, vyplynulo, že 20 respondentů považuje téma "*Buňky a jejich organely*" za kritické z pohledu žáků. Devět učitelů pak označilo toto téma za náročné i z jejich pohledu. Učitelé uvedli, že hlavním důvodem těchto obtíží je absence abstraktního myšlení a představivosti u žáků, což je způsobeno nedostatkem konkrétních a hmatatelných pojmů. Navíc se jedná o učivo, které není na prvním stupni základní školy probíráno, s výjimkou obecných zmínek o pohlavních a nervových buňkách v učivu o stavbě lidského těla.

Výzkum zaměřený na žáky ve věku od dvanácti do patnácti let (Zamora & Guerra, 1993) zjistil, že tito žáci mají problém si buňku představit a vztáhnout ji ke svému vlastnímu tělu. Problémy jim činí lokalizace buněk, vznik nových buněk a vztah mezi ději v buňkách a organismu.

2.1.7 Využití vhodných didaktických přístupů a metodologie ve výuce kritických témat v přírodopise

Jak již bylo zmíněno, jedním z klíčových aspektů, který činí stavbu buňky kritickým místem výuky, je její náročnost na abstraktní myšlení. Žáci často potřebují konkrétní vizuální reprezentace a praktické ukázky, aby si mohli složité biologické koncepty představit a pochopit. V opačném případě hrozí, že se výuka stane příliš teoretickou a odtrženou od jejich každodenních zkušeností. Tato teorie je podporovaná výzkumem Jean Piageta (1972).

Nicméně, Piagetova teorie nebyla bez kritiků. Například Lev Vygotskij zdůrazňoval význam sociálního kontextu a interakce v kognitivním vývoji dětí. Vygotskij argumentoval, že s vhodnou podporou a vedením mohou děti dosáhnout vyšší úrovně kognitivního myšlení, než Piaget předpokládal. Tento přístup, známý jako "*zóna nejbližšího vývoje*", naznačuje, že složitá témata by mohla být přístupnější, pokud jsou správně pedagogicky zprostředkována (Vygotskij, 1978).

Dalším kritickým bodem je motivace a zájem žáků. Biologie jako věda je pro mnoho žáků atraktivní díky své přímé souvislosti s jejich každodenním životem. Pokud je však učivo příliš složité a nepochopitelné, může to vést k poklesu zájmu a motivace k učení. Učitelé musí proto hledat způsoby, jak učivo zpřístupnit a zatraktivnit, například prostřednictvím experimentů, modelů nebo interaktivních aktivit (Vágnerová a spol., 2018).

Efektivní výuka složitých témat, jako je stavba buňky, vyžaduje vhodné didaktické přístupy a metodologii. Učitelé musí být dobře vyškoleni a mít přístup k moderním učebním materiálům a technologiím, které jim pomohou vysvětlit a ilustrovat složité biologické koncepty. V rámci revize RVP je proto kladen důraz na zlepšení didaktických

kompetencí učitelů a na poskytnutí podpory ve formě metodických materiálů a školení (NPI, 2023).

Podle studie provedené National Research Council (1996) je učení jako proces aktivního vytváření znalostí účinnější než pasivní příjem informací. Když žáci chápou základní koncepty, jako je struktura buňky, mohou na ně lépe navázat složitější biologické procesy, což vede k hlubšímu porozumění a trvalejšímu učení.

2.1.8 Důležitost návaznosti učiva

Navazování nových informací, na již známá fakta je základním principem efektivního učení. Tento přístup, ze kterého mimo jiné vychází konstruktivistická výuka, umožňuje žákům lepší porozumění a zapamatování nových konceptů tím, že je spojuje s existujícími znalostmi. Ve výuce biologie na základní škole je tento princip obzvláště důležitý, zejména při výuce o buňce, která tvoří základ pro další studium složitějších biologických témat, jako jsou dědičnost, rozmnožování nebo fotosyntéza.

Když jsou nové informace propojeny s již známými fakty, žáci je lépe chápou a jsou schopni je snadněji uložit do dlouhodobé paměti. Podle výzkumů o fungování mozku, když mozek považuje nové informace za smysluplné a relevantní, je pravděpodobnější, že si je zapamatuje. Smysluplnost je často odvozena z propojení s existujícími znalostmi, což usnadňuje proces učení (Nováčková, 2023).

Učení nových věcí může být stresující, pokud žák nemá pevný základ, na který by mohl nové informace navázat. Při propojování nových informací, s již známými se žáci cítí sebevědomější a méně ohroženi. Stres a učení se vzájemně vylučují; když je mozek ve stresu, jeho schopnost přijímat nové informace se snižuje. Proto je důležité, aby výuka probíhala v prostředí, které je pro žáky příjemné a kde se cítí bezpečně (Nováčková, 2023).

Informace v krátkodobé paměti mají omezenou dobu, během které mohou být uloženy do dlouhodobé paměti. Pokud jsou nové informace propojeny s existujícími znalostmi, je větší pravděpodobnost, že přejdou do dlouhodobé paměti. Tento proces je znám jako elaborace, kdy jsou nové informace propojeny s již uloženými koncepty, což usnadňuje jejich zapamatování (Maňák & Švec, 2003).

Navazování nových informací, na již známá fakta také podporuje rozvoj kritického myšlení. Žáci jsou vybízeni k tomu, aby přemýšleli o tom, jak nové informace souvisí s tím, co již vědí, což podporuje jejich analytické a syntetické schopnosti. Tento proces je zásadní pro hlubší porozumění a schopnost aplikovat získané znalosti v různých kontextech (Maňák & Švec, 2003).

Základní škola je klíčovým obdobím, kdy žáci začínají objevovat svět kolem sebe prostřednictvím strukturovaného vzdělávání. Výuka o buňce je prvním krokem v biologii, kde se žáci učí o základních stavebních jednotkách života. Pochopení struktury a funkce buňky je nezbytné pro další studium biologie, protože mnoho komplexnějších procesů a systémů, které budou žáci poznávat v průběhu navazujících let v přírodopise, vychází právě z těchto základních znalostí.

Jedním z klíčových témat, které staví na znalostech o buňce, je dědičnost a genetika. Žáci, kteří chápou strukturu a funkci buňky, snadněji pochopí, jak se genetická informace přenáší z jedné generace na druhou. Genetická informace je uložena v DNA, která se nachází v jádře buňky. Pochopení, jak buňka funguje a jak se dělí, je klíčové pro pochopení základů genetiky.

Studie provedená Driverem et al. (1994) ukazuje, že žáci, kteří mají pevné základy v základních biologických konceptech, jako je struktura buňky, jsou lépe vybaveni k pochopení složitějších konceptů, jako je genetika a dědičnost. Tento základní kámen znalostí umožňuje žákům lépe porozumět, jak fungují geny, jak se projevují dědičné vlastnosti a jaké jsou principy Mendelových zákonů dědičnosti.

Dalším důležitým tématem, které staví na znalostech o buňce, je rozmnožování a vývoj organismů. Pochopení buněčného dělení a růstu je nezbytné pro porozumění tomu, jak se organismy rozmnožují a vyvíjejí.

Podle studie Whitea a Gunstonea (1992) jsou žáci schopni lépe pochopit komplexní procesy, jako je rozmnožování a vývoj, pokud mají pevné základy v buněčné biologii. Když žáci chápou, jak buňky rostou, dělí se a specializují, mohou lépe porozumět, jak se vyvíjejí složitější organismy a jak fungují reprodukční systémy.

Fotosyntéza je další klíčový proces, který staví na znalostech o buňce. Pochopení, jak rostliny získávají energii a vytvářejí stavební látky fotosyntézy, vyžaduje znalost struktury a funkce chloroplastů, které jsou organelami v rostlinných buňkách. Znalost

základní buněčné biologie je nezbytná pro pochopení, jak se energie ze slunečního světla přeměňuje na energii chemických vazeb, kterou rostliny mohou využít k růstu a vývoji.

Studie od Andersona et al. (1987) naznačuje, že žáci, kteří mají pevné základy v základní biologii, jsou lépe schopni pochopit složitější biologické procesy, jako je fotosyntéza. Když žáci chápou, jak buňky fungují a jak se energie využívá a přeměňuje, mohou lépe porozumět širším ekologickým a energetickým procesům v přírodě.

2.1.9 Propojení tématu s dalšími předměty a mezipředmětové vztahy

Mezipředmětové vztahy jsou definovány jako „vazby mezi jednotlivými vyučovacími předměty, které překračují rámec jednotlivých předmětů a podporují pochopení souvislostí mezi dílčími obsahy. Tyto vazby slouží jako prostředek integrace obsahu vzdělávání...“ (Průcha et al. (2013, s. 155). V různých publikacích jsou tyto vazby označovány také jako mezipředmětové vztahy nebo mezipředmětové souvislosti.

Téma eukaryotické buňky a základů molekulární biologie, konkrétně bílkovin se objevuje ve výuce chemie, tedy v 8. nebo 9. ročníku základní školy. RVP ZV (2023, s. 73) uvádí tyto očekávané výstupy „CH-9-6-04 uvede příklady zdrojů bílkovin, tuků, sacharidů a vitaminů“. Mohlo by se tak zdát, že konkrétně téma vzniku a obecné stavby bílkovin nemá v 6. ročníku při výuce stavby eukaryotické buňky opodstatnění, jelikož si žáci nemohou informace spojit do širších souvislostí, což by jim usnadnilo jejich pochopení.

Propojená učiva je ale možné vidět již v 6. ročníku, a to s předmětem výchova ke zdraví. Tento předmět nalezneme v RVP ZV ve vzdělávací oblasti „Člověk a zdraví“ (RVP ZV, 2023, s. 91). V rámci výchovy ke zdraví si žáci mimo jiné „osvojují zásady zdravého životního stylu a jsou vedeni k jejich uplatňování ve svém životě i k osvojování účelného chování při ohrožení v každodenních rizikových situacích i při mimořádných událostech“ (RVP ZV, 2023, s. 91). Učivo by mělo zahrnovat výuku zaměřenou na zdravé stravování, obsahující všechny důležité živiny. Zmiňuje se zde také vliv těchto živin na zdraví člověka.

V materiálech doporučených MŠMT² k výuce výchovy ke zdraví se nachází výukové texty zaměřující se na jednotlivé složky potravin. Pro tuto práci je zvláště zajímavá pasáž

² <https://msmt.gov.cz/vzdelavani/zakladni-vzdelavani/vyziva-ve-vychove-ke-zdravi-vyukovy-program-pro-pedagogy>

z výukového textu o bílkovinách. „*Bílkoviny jsou základními chemickými složkami všech živých buněk, proto jsou obsaženy v téměř všech potravinách, jak živočišného, tak i rostlinného původu. V organismech, tedy i lidském těle, plní řadu důležitých, jedinečných funkcí. Potřebujeme je k růstu a obnově buněk a tkání, k činnosti svalů, k tvorbě hormonů, enzymů, protilátek, ale i celé řady dalších biologicky významných látek. Bílkoviny se skládají z řetězce takzvaných aminokyselin. Řetězec bílkovin obsahuje více než sto, typicky tři sta aminokyselin, avšak může jich být i více.*

Ačkoli v přírodě můžeme objevit více než tři sta aminokyselin, v bílkovinách se jich objevuje pouze dvacet. Řetězec aminokyselin, který je tvořen méně než sto aminokyselinami, se nazývá peptid. Peptidy mají v lidském těle velmi často roli hormonů, asi nejznámějším z nich je hormon inzulin. Bílkoviny a peptidy si lidský organismus vytváří z aminokyselin získaných potravou“³.

Pokud žákům předložíme tento výukový text doporučený MŠMT jako vhodný materiál pro výuku předmětu výchovy ke zdraví, přímo se nabízí varianta propojení těchto informací s výukou o fungování eukaryotické buňky v přírodopise. Žáci si tak mohou učit nové a složité pojmy a procesy základů molekulární biologie, jako je exprese genů a výroba proteinů, v souvislostech a s propojením s praktickým životem.

2.2 Metody výuky ve výuce přírodopisu

Výukové metody hrají klíčovou roli v procesu vzdělávání, neboť umožňují učitelům efektivně předávat znalosti, rozvíjet dovednosti a podporovat pozitivní postoje žáků k danému předmětu.

Metody výuky lze definovat jako systematicky uspořádané postupy a strategie, které pedagogové používají k dosažení specifických vzdělávacích cílů. Tyto postupy zahrnují různé techniky, které podporují proces učení a pomáhají žákům osvojit si nové znalosti a dovednosti. Výběr vhodné metody závisí na povaze učiva, cílech výuky, věkových a individuálních zvláštěnostech žáků a dalších faktorech. Podle Maňáka a Švece (2003, s. 25-30) jsou metody výuky základním prostředkem pedagogické komunikace a

³ <https://www.viscojjs.cz/index.php/vyziva-a-zdravi/energie-a-ziviny/123-bilkoviny-tuky-sacharidy/1008-bilkoviny>

interakce, které umožňují efektivní předávání obsahu a rozvoj klíčových kompetencí žáků. Ve výuce přírodopisu, která je zaměřena na rozpoznání organismů, popis jejich těl a porozumění přírodním jevům a procesům, je výběr vhodných výukových metod zásadní pro dosažení vzdělávacích cílů.

Správné kombinování metod výuky je nezbytné pro vytvoření optimálních podmínek pro učení a rozvoj žáků. Výběr a aplikace těchto prvků vyžaduje od učitele nejen teoretické znalosti, ale také praktické dovednosti a schopnost reflexe vlastního pedagogického působení.

Podle Maňáka a Švece (2003, s. 45) je výuková metoda definována jako "způsob cílevědomé a systematické činnosti učitele a žáků, jejímž prostřednictvím dochází k osvojování vědomostí, dovedností a návyků". Tato definice podtrhuje důležitost strukturovaného přístupu k výuce, který je klíčový i ve výuce přírodopisu.

Mojžíšek (1998, s. 62) zdůrazňuje, že "volba výukové metody závisí na konkrétních podmínkách výuky, jako jsou věk žáků, jejich předchozí znalosti a zkušenosti, materiální a technické vybavení školy". Ve výuce přírodopisu je například často využívána metoda experimentu a praktických pokusů, která umožňuje žákům aktivně objevovat a zkoumat přírodní jevy.

"Výukové metody lze klasifikovat podle různých hledisek, například podle zdroje poznatků, podle způsobu práce učitele a žáků, nebo podle fáze výukového procesu" (Skalková, 2006, s. 89). Ve výuce přírodopisu jsou běžně využívány metody demonstrační, kdy učitel předvádí pokus či ukazuje přírodní materiály, a metody kritického myšlení, které podporují samostatné myšlení a objevování u žáků.

Kalhous a Obst (2002, s. 123) ve své publikaci zdůrazňují význam interaktivních metod, jako je skupinová práce a diskuse, které "podporují rozvoj kritického myšlení a schopnosti spolupracovat". Tyto metody jsou ve výuce přírodopisu velmi přínosné, neboť umožňují žákům sdílet své poznatky a zkušenosti a diskutovat o různých přístupech k řešení problémů.

Zahraniční literatura rovněž potvrzuje důležitost různorodých pomůcek v rámci výukových metod. Například podle Prenskyho (2010, s.145) je integrace digitálních technologií do výuky "klíčová pro zvýšení motivace a angažovanosti žáků, zejména v

přírodovědných předmětech". Tímto způsobem mohou být žáci zapojeni do výuky prostřednictvím analýzy videí, interaktivních simulací nebo individuálních cvičení.

„Významné jsou metody, které podporují komplexní rozvoj žáků, přispívají k rozumovému i citovému rozvoji, navazují na žakovu zkušenost, rozvíjejí kritické myšlení žáků a přispívají tak k porozumění tomu, co se žák učí.“ (Kosíková, 2011, s. 89)

Z výše uvedených zdrojů vyplývá, že efektivní výuka přírodopisu vyžaduje kombinaci různých výukových metod, které zohledňují individuální potřeby a schopnosti žáků, technické možnosti školy a specifika vyučovaného předmětu. Výběr a použití těchto metod má zásadní vliv na kvalitu vzdělávacího procesu a na dosažení stanovených vzdělávacích cílů.

Pro účely této práce se budu dále věnovat metodám použitým během výukových hodin v rámci výzkumu.

2.2.1 Klasické metody ve výuce přírodopisu

Klasické výukové metody, které jsou často využívány ve výuce přírodopisu, zahrnují výklad, diskusi a experiment. Každá z těchto metod má své specifické charakteristiky, výhody a nevýhody, které ovlivňují jejich efektivitu ve vzdělávacím procesu.

Výkladová metoda je jednou z nejtradičnějších a nejrozšířenějších výukových metod. Učitel zde předává informace žákům prostřednictvím strukturovaného výkladu. Tato metoda je efektivní zejména při předávání velkého množství faktických informací v relativně krátkém čase. Maňák a Švec (2003, s. 45) uvádějí, že výkladová metoda umožňuje učiteli systematicky a logicky uspořádat učivo, což je klíčové pro pochopení komplexních biologických konceptů. Nicméně, tato metoda může vést k pasivnímu přijímání informací, pokud není doplněna interaktivními prvky.

Diskusní metoda zahrnuje aktivní zapojení žáků do výuky prostřednictvím výměny názorů a argumentace. Tato metoda podporuje kritické myšlení, schopnost formulovat a obhajovat své názory a zároveň respektovat názory ostatních, a také rozvíjí a kultivuje komunikační dovednosti. Podle Pettyho (2009, s. 102) diskusní metoda stimuluje hlubší porozumění a dlouhodobější zapamatování učiva, protože žáci aktivně zpracovávají informace a aplikují je v diskusi. Při výuce přírodopisu může být tato metoda efektivní

například při debatách o dědičnosti nebo etických otázkách spojených s genetickými modifikacemi.

Experimentální metoda, která zahrnuje praktické pokusy a experimenty, je obzvláště vhodná pro výuku přírodopisu. Tato metoda umožňuje žákům získávat znalosti prostřednictvím přímé zkušenosti a pozorování. Experimentální výuka podporuje rozvoj praktických dovedností, kritického myšlení a schopnosti vědeckého bádání. Jak uvádí Maňák a Švec (2003, s. 88), experimentální metoda je nezbytná pro pochopení biologických procesů a jevů, protože umožňuje žákům ověřovat teoretické znalosti v praxi. Nicméně, vyžaduje pečlivou přípravu, dostatečné materiální vybavení a pokročilejší znalost vědeckých procesů u žáků, což může být limitujícím faktorem zejména při výuce základních principů molekulární biologie na druhém stupni základní školy.

Klasické výukové metody mají své nezastupitelné místo ve výuce přírodopisu. Každá z metod má své specifické přednosti, které mohou přispět k efektivnímu vzdělávání, pokud jsou vhodně aplikovány. Často je optimální kombinace těchto metod, která umožňuje využít jejich silné stránky a kompenzovat případné nedostatky.

2.2.2 Aktivizující metody a didaktické hry ve výuce přírodopisu

Aktivizující metody a didaktické hry představují moderní přístupy k výuce, které kladou důraz na aktivní zapojení žáků do vzdělávacího procesu. Tyto metody jsou zvláště účinné při výuce složitých témat, jako je stavba eukaryotické buňky a základy molekulární biologie, jelikož podporují lepší pochopení a dlouhodobé zapamatování informací prostřednictvím praktických a interaktivních činností (Knight & Wood, 2005, s. 298; Freeman et al., 2014).

Aktivizující metody zahrnují širokou škálu technik, které mají za cíl zvýšit aktivitu a zapojení žáků během vyučování. Mezi nejčastěji používané metody patří projektové vyučování a různé formy kooperativního učení (Maňák & Švec, 2003, s. 45). V rámci vyučovací hodiny je možné použít rozličných pomůcek, například modelů, kdy žáci vytvářejí modely eukaryotické buňky z různých materiálů, což jim pomáhá lépe pochopit prostorové uspořádání organel (Petty, 2004, s. 132).

Didaktické hry jsou specifickým druhem aktivizujících metod, které využívají herních prvků k dosažení vzdělávacích cílů. Tyto hry mohou zahrnovat simulace, role-

playing, kvízy a další interaktivní aktivity, které podporují aktivní učení a spolupráci mezi žáky. Při výuce molekulární biologie může být efektivní například hra na "buněčnou továrnu", kde každý žák představuje určitou organelu a společně simulují fungování buňky jako celku (Kalhous & Obst, 2002, s. 99).

Aktivizující metody a didaktické hry přinášejí řadu výhod, jako je zvýšená motivace žáků, lepší pochopení učiva, rozvoj kritického myšlení a zlepšení sociálních dovedností. Na druhé straně mohou vyžadovat více času na přípravu a realizaci, a také mohou být náročné na organizační zajištění (Maňák & Švec, 2003, s. 85).

2.2.4 Metody výuky podporující kritické myšlení ve výuce přírodopisu

Kritické myšlení je pro žáky nezbytnou dovedností, která zahrnuje schopnost analyzovat, hodnotit a tvořit nové myšlenky. Metody, které podporují kritické myšlení, zahrnují diskusní metody, problémové vyučování, metody projektového vyučování a heuristické metody. Tyto metody podporují aktivní zapojení žáků do procesu učení, stimuluje jejich schopnost klást otázky, analyzovat informace a nacházet řešení problémů.

Mezi tyto metody se často řadí i diskuse, již zmíněná výše a často řazená mezi klasické didaktické metody. Podle Průchy (2010, s. 78) diskusní metody umožňují žákům rozvíjet své myšlenky prostřednictvím výměny názorů s ostatními, což přispívá k hlubšímu porozumění tématu.

Problémové vyučování, jak uvádí Průcha (2010, s. 105), podporuje kritické myšlení tím, že žáci musí řešit reálné problémy, které vyžadují aplikaci znalostí a dovedností. Projektové vyučování a heuristické metody podporují kreativitu a inovativní myšlení, což jsou klíčové komponenty kritického myšlení (Průcha, 2010, s. 123).

Metoda brainstorming

Metoda brainstormingu je jednou z efektivních technik používaných k rozvoji kritického myšlení žáků. Je obzvláště přínosná ve výuce přírodopisu, kde umožňuje žákům nejen získávat nové znalosti, ale také je aktivně zpracovávat a aplikovat.

Brainstorming je kreativní technika zaměřená na generování co největšího počtu nápadů v krátkém čase. Tato metoda byla poprvé popsána Alexem Osbornem ve 40.

letech 20. století a od té doby se stala populárním nástrojem v různých oblastech včetně vzdělávání (Skalková, 2006, s. 112). Podstatou brainstormingu je vytváření otevřeného a nekritického prostředí, kde jsou žáci povzbuzováni k volnému vyjadřování svých myšlenek bez obav z hodnocení nebo kritiky (Maňák, Švec, 2003, s. 78).

Brainstorming může být účinným nástrojem při výuce složitých biologických procesů, jako je stavba eukaryotické buňky a mechanismy dědičnosti a genové exprese. Učitel může zahájit brainstormingovou seanci otázkou: "Jaké jsou hlavní funkce různých organel v eukaryotické buňce?" Žáci pak volně navrhnou své myšlenky a nápady, které jsou zapisovány na tabuli nebo flipchart (Mojžíšek, 1998, s. 89).

Brainstorming jako výuková metoda přináší několik klíčových výhod pro rozvoj kritického myšlení. Žáci jsou aktivními účastníky výukového procesu, což zvyšuje jejich angažovanost a motivaci k učení (Grecmanová, Urbánková, 2007, s. 55). Při brainstormingu žáci analyzují a hodnotí různé nápady, čímž rozvíjejí své schopnosti kritického myšlení a rozhodování (Kosíková, 2011, s. 124). Tato metoda také podporuje spolupráci a komunikaci mezi žáky, což je důležité pro rozvoj sociálních dovedností a schopnosti pracovat v týmu (Chráška, 2007, s. 97).

Metoda brainstormingu je účinným nástrojem pro rozvoj kritického myšlení ve výuce přírodopisu. Umožňuje žákům aktivně se zapojit do výukového procesu, analyzovat složité biologické koncepty a hledat inovativní řešení. Její aplikace při výuce témat, jako je stavba eukaryotické buňky nebo dědičnost a genová exprese, přináší významné vzdělávací přínosy, které přispívají k celkovému rozvoji kritického myšlení žáků. Pro pedagogy představuje brainstorming cenný metodický nástroj, který lze snadno integrovat do různých výukových scénářů a který podporuje hlubší porozumění a aktivní učení.

Metoda I.N.S.E.R.T

Metoda I.N.S.E.R.T (Interactive Noting System for Effective Reading and Thinking) je technika, která podporuje aktivní čtení a kritické myšlení žáků. Tento systém umožňuje žákům označovat text různými symboly, které reprezentují jejich reakce na čtený materiál, například kladné a záporné hodnocení informací, otázky nebo pochybnosti, a nové informace, které se dozvěděli.

Podle Průchy (2010, s. 89) metoda I.N.S.E.R.T podporuje hlubší porozumění textu, protože žáci nejsou pouze pasivními příjemci informací, ale aktivně s nimi pracují a reflektují je. Použití této metody ve výuce přírodopisu na 2. stupni základní školy může například zahrnovat čtení odborných článků, učebnicových kapitol nebo jiných textů, které se týkají biologických a ekologických témat. Žáci pomocí symbolů identifikují klíčové informace, formulují otázky a propojují nové poznatky se svými předchozími znalostmi.

Metoda I.N.S.E.R.T má několik výhod, které ji činí vhodnou pro výuku přírodopisu. Především podporuje aktivní zapojení žáků do čtení a umožňuje jim lepší porozumění a zapamatování si přečteného materiálu (Průcha, 2010, s. 89). Dále metoda podporuje kritické myšlení, protože žáci musí hodnotit informace a formulovat otázky, což přispívá k hlubšímu porozumění tématu. Použití symbolů také usnadňuje organizaci a strukturování informací, což může být užitečné při studiu složitých přírodovědných témat.

Na druhé straně metoda I.N.S.E.R.T může mít i své nevýhody. Jednou z nich je časová náročnost, protože žáci musí věnovat čas nejen čtení textu, ale také jeho analýze a označování (Průcha, 2010, s. 90). Další nevýhodou může být obtížnost použití této metody u žáků, kteří nejsou zvyklí na aktivní čtení a reflexi, což může vyžadovat delší období adaptace a učení se této technice. Někteří žáci mohou také pociťovat zmatek při používání symbolů, pokud nejsou dostatečně jasně vysvětleny a procvičeny.

Použití metody I.N.S.E.R.T ve výuce přírodopisu na 2. stupni základní školy může být velmi efektivní, pokud jsou učitelé schopni žáky správně vést a podporovat jejich aktivní zapojení do procesu učení. Přesto je důležité zvážit její specifika a přizpůsobit ji potřebám a schopnostem žáků (Průcha, 2010, s. 89-90).

2.2.5 Vizualizační metody ve výuce přírodopisu

Výuka složitých biologických témat, jako je stavba eukaryotické buňky, vyžaduje použití efektivních výukových metod, které usnadňují porozumění a zapamatování komplexních struktur a procesů. Obrázky a vizualizační metody hrají klíčovou roli při zprostředkování těchto informací, neboť umožňují žákům lépe pochopit a představit si vnitřní struktury buněk, které by jinak zůstaly abstraktními koncepty.

Základními pomůckami ve výuce biologie jsou vhodně použité fotografie a obrázky. Podle Maňáka a Švece (2003) jsou vizuální prvky v pedagogice nezbytné pro efektivní učení, protože podporují pochopení složitých informací a jejich zapamatování (Maňák, Švec, 2003, s. 112). Konkrétně ve výuce přírodopisu mohou obrázky eukaryotických buněk žákům pomoci lépe si představit a zapamatovat jejich struktury, jako jsou jádro, mitochondrie nebo endoplazmatické retikulum.

Použití 3D vizualizací a modelů je dalším krokem v efektivní výuce složitých biologických témat. Podle Novotného (2015) 3D modely umožňují žákům nejen vidět struktury buněk, ale také je manipulovat a prozkoumávat z různých úhlů, což podporuje hlubší pochopení prostorových vztahů uvnitř buňky (Novotný, 2015, s. 85). Například, interaktivní modely na počítači nebo fyzické 3D tištěné modely mohou být využity k demonstraci funkčních částí eukaryotické buňky.

Další významný nástroj ve výuce představují animace. Umožňují zobrazení dynamických procesů, které v buňce probíhají, jako je buněčné dělení nebo transport molekul. Dle výzkumu od Pavlíčka (2018) animace ve výuce biologie zlepšují pochopení a zapamatování procesů, které jsou pro žáky obtížně představitelné na statických obrázcích (Pavlíček, 2018, s. 124). Animované sekvence mohou být integrovány do prezentací nebo online výukových platforem, kde žáci mohou opakovaně sledovat jednotlivé procesy.

Práce s modely ve výuce přírodopisu

Podle Maňáka a Švece (2003) je jedním z hlavních cílů výukových metod nejen předávání znalostí, ale také rozvoj schopnosti žáků samostatně řešit problémy a aplikovat získané vědomosti v praxi. Tvorba modelů ve výuce je jednou z metod, která napomáhá dosahování těchto cílů tím, že podporuje aktivní zapojení žáků a jejich hlubší porozumění probírané látce. Význam modelování ve výuce přírodních věd potvrzuje i další výzkum, který ukazuje, že modely mohou sloužit jako účinný nástroj pro vizualizaci neviditelných nebo abstraktních biologických struktur a procesů (Fisher, Williams, 2020).

Tvorba modelů eukaryotické buňky ve výuce přírodopisu může být realizována různými způsoby. Mezi hlavní techniky patří:

- Papírové a kartonové modely: Tato metoda je jednoduchá a finančně nenáročná. Žáci mohou za pomoci učitele vytvářet modely z barevných papírů, lepenky a dalších běžně dostupných materiálů. Každá organela buňky může být zastoupena

různými tvary a barvami, což usnadňuje jejich identifikaci a pochopení jejich funkcí. Tato aktivita může být rozšířena o interaktivní prvky, jako jsou popisky nebo vysvětlivky, které žáci přiřazují k jednotlivým částem modelu.

- 3D tisk: Modernější a technologicky náročnější metodou je využití 3D tisku. Tento přístup umožňuje vytvářet přesné a detailní modely eukaryotických buněk, které mohou sloužit jako výukové pomůcky nejen při výkladu, ale i při samostatné práci žáků. Modely vytvořené pomocí 3D tiskáren mohou být rozebíratelné, což umožňuje detailní zkoumání jednotlivých organel a jejich prostorových vztahů.
- Tvorba modelů z barevné modelíny: Kreativní a manuálně orientovanou metodou je využití barevné modelíny. Tento přístup umožňuje žákům vytvářet trojrozměrné modely přírodopisných objektů, jako jsou eukaryotické buňky, části rostlin, nebo orgány zvířat. Tento postup podporuje hmatové a vizuální učení, což je důležité pro hlubší a trvalejší uchopení znalostí (Marzano, 2001, s. 67-68). Žáci mohou fyzicky manipulovat s modely, což jim pomáhá lépe pochopit strukturu a funkci jednotlivých částí. Modely z modelíny mohou být interaktivní a rozebíratelné, což umožňuje detailní zkoumání jednotlivých komponent a jejich prostorových vztahů. Tato metoda také podporuje kreativitu a spolupráci mezi žáky, kteří mohou pracovat ve skupinách na vytváření komplexnějších modelů.

Práce s komiksem ve výuce přírodopisu

Práce s komiksem ve výuce přírodopisu může být příkladem interdisciplinárního propojení předmětů, kdy se kombinují přírodovědné poznatky, výtvarné dovednosti (pokud komiks vytvářejí žáci sami) a čtenářská gramotnost, kterou je třeba rozvíjet napříč všemi naukovými předměty. Maňák a Švec (2003) upozorňují na zhoršující se stav čtenářské gramotnosti u žáků, což vyžaduje její rozvoj nejen v oblasti českého jazyka (ČŠI, 2022/2023).

Navzdory klíčové roli přírodovědných předmětů ve vzdělávání musí tyto obory čelit klesajícímu zájmu žáků, označovaných jako Net-generace, jejíž odlišný učební styl ovlivňuje kvalitu vzdělávání (Trnová a kol., 2016). Tito žáci jsou obklopeni informacemi převážně z internetu, kde se často střídají zvukové, textové a vizuální podněty, což zvyšuje

jejich schopnost vyjadřovat se v obrázcích. Nevýhodou je kratší udržení pozornosti a obtížnost porozumění dlouhým textům (Grunwald, 2003; Trnová a kol., 2016). Komiks zde vychází vstříc potřebám současných žáků, neboť obsahuje přiměřené množství textu, je doplněn grafickou vizualizací a slouží jako motivační prvek (Trnová a kol., 2016).

Komiksy jako didaktické prostředky umožňují žákům aktivně se zapojovat do interpretace obsahu, porovnávat své porozumění s ostatními, diskutovat a argumentovat. Mohou hrát důležitou roli v prezentaci složitějších vzdělávacích obsahů, které se tak stávají atraktivnějšími a přijatelnějšími, a fungují jako poutače pozornosti (Cheesman, 2006). Výhodou komiksů je, že umožňují žákům postupovat vlastním tempem a samostatně (či ve skupinách) a přemýšlet v souvislostech s probíranou látkou. Dále vizualizují učivo na základě posloupností.

Komiks lze zapojit do výuky různými způsoby, například prostřednictvím pracovních listů, čtení části komiksu s následným dokončením žáky, nebo samostatným přečtením komiksu s následnou diskuzí a interpretací. Žáci mohou také tvořit vlastní komiksy, využívajíc počítačové editory či on-line programy, přičemž lze aplikovat metody práce s textem.

Komiks může být použit při expozici nového učiva, opakování na konci hodiny, kontrole pochopení významu, při probírání náročnějších témat nebo jako vizuální nápověda při ústním zkoušení.

3. Vlastní výzkum

3.1 Cíle a design výzkumu

Diplomová práce se zaměřuje na několik klíčových cílů, které jsou podstatné pro zlepšení výuky přírodopisu ve školách. Hlavní cíle této diplomové práce lze shrnout do tří základních bodů:

- Zjistit za existujících žáků 6. třídy 2. stupně ZŠ prekoncepty týkající se stavby buňky, jejích struktur a jejího fungování.
- Vytvořit výukový materiál použitelný pro hodiny přírodopisu v 6. třídě 2. stupně ZŠ na téma stavba a fungování buňky a základy molekulární biologie
- Ověřit pochopení pojmů a souvislostí a trvalost učiva testem zadaným po uplynutí 3 měsíců od probrání tématu v rámci hodin.

Prvním krokem v rámci této práce je identifikace prekonceptů žáků 6. třídy. Prekoncepty jsou předběžné koncepty nebo představy, které žáci mají předtím, než se setkají s formálním výkladem daného učiva ve škole. Tyto představy mohou být často nepřesné nebo mylné, a je důležité je identifikovat, aby mohlo dojít k jejich nápravě během výuky. Prekoncepty mají zásadní vliv na následné učení a pochopení nových informací, protože ovlivňují způsob, jakým žáci interpretují a integrují nové poznatky (Vosniadou, S. 1994).

K identifikaci prekonceptů byl jako výzkumný nástroj použit didaktický test vytvořený autorkou práce (viz příloha 1). Tento test byl vytvořen s cílem zjistit, jaké představy mají žáci o stavbě buňky, jejích strukturách a funkcích ještě před začátkem výuky na toto téma. Test obsahoval otevřené otázky, které umožnily žákům vyjádřit své vlastní představy a současně poskytly kvantitativní data pro analýzu.

Dále byl autorkou práce vytvořen výukový materiál, určený pro hodiny přírodopisu v 6. třídě. Tento materiál zahrnuje jak teoretickou část, tak praktické aktivity a didaktické hry, které byly navrženy tak, aby aktivně zapojily žáky do procesu učení. Při tvorbě výukových materiálů měla autorka na paměti využití aktivizujících metod výuky, jak uvádí Maňák a Švec (2003, s. 85), které zahrnují metody kritického myšlení, jako je brainstorming a metoda I.N.S.E.R.T. Tento systém umožňuje žákům označovat a klasifikovat informace přímo během čtení, což usnadňuje jejich následné zpracování a pochopení.

Důraz byl kladen také na zapojení aktivizujících metod a didaktických her, které jsou klíčové pro zvýšení motivace a aktivního zapojení žáků do výuky. Jak uvádí Maňák a Švec (2003), aktivizující metody, jako jsou diskuse, skupinové projekty a didaktické hry, podporují hlubší pochopení učiva a rozvoj kritického myšlení.

Didaktická hra, která byla vytvořena a zařazena do výukového materiálu, byla navržena tak, aby žákům umožnila praktické a zábavné osvojení si teoretických znalostí. Jedna z aktivizujících metod pak byla zaměřena na sestavování modelu buňky z barevné modelíny, což žákům umožnilo lépe pochopit prostorové uspořádání a funkce jednotlivých buněčných organel (Kalhous & Obst, 2002, s. 99).

Posledním krokem bylo ověření pochopení pojmů a souvislostí po uplynutí určité doby od výuky. K tomuto účelu byl zvolen opět didaktický test. Žákům byl předložen stejný test týden po ukončení výuky na téma stavba a fungování buňky, aby bylo možné posoudit, jak efektivně si osvojili nové poznatky bezprostředně po výuce. Následně byl tentýž didaktický test zadán zhruba tři měsíce po ukončení výuky, aby se ověřilo dlouhodobé uchování znalostí a jejich aplikace v praxi.

3.2 Účastníci výzkumu

3.2.1 Popis školy a školní vzdělávací program

Základní škola a Mateřská škola Dr. Edvarda Beneše, Praha 9 - Čakovice je vzdělávací institucí, která poskytuje vzdělání žákům na prvním i druhém stupni základní školy. Škola je situována na periferii Prahy, v městské části Čakovice a má kapacitu pro 1556 žáků, dle aktuálních dat ji v současné době navštěvuje 1340 žáků.

Vize školy je zaměřena na komplexní rozvoj dětí, podporu jejich individuálních potřeb a přípravu na budoucí vzdělávací a životní výzvy. Škola klade důraz na moderní pedagogické metody, inkluzivní vzdělávání a vytváření bezpečného a podnětného prostředí pro všechny žáky.⁴

Pokud se zaměříme na školní vzdělávací program školy, zjistíme, že vychází z rámcového vzdělávacího programu. Očekávanými výstupy pro předmět přírodopis 6.

⁴ <https://zscakovice.cz/>

ročníku jsou znalosti o vzniku a podmínkách života, rozlišení mezi viry a bakteriemi, ale také „popíše základní části rostlinné, živočišné buňky“ (ŠVP ZŠ a MŠ E. Beneše, s. 198).

ZŠ a MŠ Edvarda Beneše v Čakovicích představuje ideální prostředí pro uskutečnění výzkumu díky svému důrazu na inovativní výukové metody. Specificky pro tento výzkum je výhodou přítomnost daného tématu ve školním vzdělávacím programu, výuka tak bude korespondovat s požadovanými výstupy.

3.2.2 Charakteristika tříd účastnících se výzkumu

V rámci tohoto výzkumu byly zapojeny dvě třídy 6. ročníku základní školy. Výběr žáků tohoto ročníku byl záměrný, jelikož výstupy jejich vzdělávacího procesu korespondují s požadavky rámcového vzdělávacího programu (RVP). Cílem výzkumu bylo ověřit, zda lze dosáhnout požadovaných vzdělávacích výsledků pomocí vhodných výukových metod, a to i přes překážky a problémy, které byly popsány v kapitole č. 2.1.6 této práce.

První výzkumná skupina, dále označovaná jako *Třída 1*, zahrnovala celkem 19 žáků, z toho 6 dívek a 13 chlapců. Druhá výzkumná skupina, označovaná jako *Třída 2*, měla celkem 22 žáků, z toho 14 dívek a 8 chlapců. Tyto dvě skupiny byly sledovány a hodnoceny s cílem zjistit, jak různé výukové metody ovlivňují jejich vzdělávací výsledky. Shrnutí obou tříd je zaneseno v tabulce č. 1.

	Celkem žáků	Dívky	Chlapci
Třída 1	19	6	13
Třída 2	22	14	8

Tabulka č.1 Charakteristika výzkumné skupiny z hlediska počtu žáků a pohlaví

Obě výzkumné skupiny jsou vyučovány autorkou této práce. Již od začátku 6. ročníku byly do výuky zařazovány aktivizující metody, didaktické hry a skupinové diskuse

nebo práce. Žáci jsou tedy zvyklí pracovat rychle a efektivně, rozdělovat se do skupin a dobře spolupracují.

3.2 Výzkumný nástroj

Před tvorbou didaktického testu byla provedena analýza vybraných kurikulárních dokumentů. Inspirací byly i vybrané učebnice přírodopisu, konkrétně tematické celky související s učivem o buňce. Na základě těchto informací a cílů tohoto výzkumu byl sestaven didaktický test (Chráška, 2016), který byl konzultován s paní doktorkou Pavlasovou (viz příloha 1).

Stejný didaktický test byl použit před začátkem výuky o daném tématu, po jeho ukončení a dále po zhruba třech měsících. Testy byly zadávány autorkou v hodinách přírodopisu. Didaktický test nebyl časově omezen, aby mohli žáci vyjádřit všechny své myšlenky, průměrný čas vyplňování testu byl 10 až 15 minut. Výsledky didaktických testů byly vyhodnoceny a graficky znázorněny v programu excel a jejich porovnání budou uvedeny v kapitole *Výsledky*.

3.2.1 Úlohy didaktického testu, autorské řešení a hodnocení

Didaktický test vytvořený pro tento výzkum slouží ke zjištění úrovně znalostí žáků v oblasti stavby buňky, jejich funkcí a porozumění jejich významu ve vztahu k organismům. Tento nástroj pedagogického hodnocení je konstruován tak, aby umožňoval srovnání mezi jednotlivci nebo skupinami. Otázky v didaktickém testu byly vytvořeny na základě znalostí autorky získaných během studia tak, aby reflektovaly učivo přednesené během vyučovacích hodin (viz následující kapitola).

Otázka č. 1

- *Vysvětli v několika větách, co je to buňka a jaké má funkce?*
- Autorské řešení: Buňka je základní stavební a funkční jednotka všech živých organismů. Buňky plní různé životní funkce, včetně metabolických procesů, jako je příjem živin, jejich přeměna na energii a odstranění odpadních látek. Buňky také hrají klíčovou roli v růstu a reprodukci organismů.

Cílem této otázky bylo prověřit, zda žáci dokáží obecně vysvětlit koncept buňky a její základní funkce. Otázka byla koncipována tak, aby hodnotila, zda žáci rozumí základní definici buňky jako základní stavební a funkční jednotky všech živých organismů. Otázka mohla žáky vybídnout k uvedení konkrétních příkladů, jak buňky fungují v různých typech organismů, například rozdíly mezi rostlinnými a živočišnými buňkami nebo jaké specifické funkce mají různé typy buněk.

Otázka č. 2

- *Vysvětli, co je to DNA, a kde se nachází?*
- Autorské řešení: DNA, neboli deoxyribonukleová kyselina, je nositelem genetické informace organismu. DNA se nachází v jádru eukaryotických buněk. DNA obsahuje instrukce pro tvorbu všech proteinů a tím určuje strukturu a funkci buňky.

Otázka je také navržena tak, aby žáci prokázali, že chápou roli DNA jako nositele dědičné informace, která je předávána z generace na generaci. Druhá část otázky ověřuje, zda studenti rozumí organizaci buněčných organel, konkrétně jádra a jeho funkci.

Otázka č. 3

- *Vyjmenuj alespoň 3 důležité procesy, které se odehrávají uvnitř buňky:*
- Autorské řešení: Příjem živin. Proces, při kterém buňka získává energii z živin. Skladování živin. Proces přepisu informací z DNA k výrobě proteinů. Výroba bílkovin na základě instrukcí v DNA. Proces, kterým se buňka dělí a vytváří dvě nové buňky. Výroba stavebních látek a růst. Komunikace mezi buňkami v organismu.

Tato otázka v didaktickém testu je navržena tak, aby nejen testovala faktické znalosti žáků, ale také jejich schopnost kritického myšlení, aplikace znalostí a schopnost jasně a přesně formulovat své myšlenky. Žáci musí prokázat znalost a pochopení klíčových biologických procesů, které se odehrávají uvnitř buňky, což zahrnuje metabolismus, transport látek, buněčné dělení, syntézu proteinů a další.

Otázka č. 4

- *Nakresli a popiš proces, jak se informace z DNA mohou projevit na stavbě nebo fungování buňky.*

- Autorské řešení: DNA je přepsána do RNA. RNA je přeložena na ribozomech do pořadí aminokyselin, které tvoří protein. Proteiny se skládají a získávají svou funkční strukturu, což ovlivňuje stavbu a funkci buňky, případně organismu.

Tato otázka je klíčová pro ověření, zda žáci nejen ovládají kroky procesu exprese DNA, ale zda také rozumí jeho významu pro život buňky. Schopnost jednoduše a jasně vysvětlit tento proces je indikátorem hlubšího pochopení molekulární biologie a její aplikace v reálných biologických systémech.

Otázka č. 5

- Vysvětli, jaký je vztah mezi buňkou – tkáněmi – organismem.
- Autorské řešení: Buňky tvoří základní stavební jednotky tkání, které jsou skupinami specializovaných buněk vykonávajících konkrétní funkce. Tkáňové soubory tvoří orgány a orgánové systémy, které společně vytvářejí celý organismus. Tento hierarchický vztah zajišťuje organizovanou strukturu a funkci živých bytostí.

Otázka měla za cíl zjistit, zda žáci dokážou propojit teoretické znalosti s praktickými aplikacemi, tedy jak teoretické koncepty buněk a tkání vedou k fungování celého organismu.

Otázka č. 6

- Vysvětli, proč jsou podle tebe buňky důležité? (1 odstavec)

Tato otázka nemá konkrétní autorské řešení, jelikož byla do didaktického testu přidána za účelem zjistit, zda žáci dokážou analyzovat získané informace a ohodnotit přínos eukaryotických buněk pro organismy, ekosystémy nebo konkrétně pro člověka. Tím, že žáci zvažují důležitost buněk v kontextu živých organismů, se učivo propojuje s reálným světem, což může zvýšit motivaci k učení a zájem o další studium biologie.

Hodnocení didaktického testu

Při tvorbě kritérií pro hodnocení otevřených otázek v didaktickém testu je třeba zohlednit několik klíčových aspektů, které zajistí objektivitu, spravedlnost a přesnost hodnocení. Každé hodnocené kritérium musí být jednoznačně definováno a srozumitelně formulováno. Je důležité, aby jak pedagog nebo hodnotitel, tak žáci měli jasnou představu o tom, co se od nich očekává (Brookhart, 2013).

Použití bodové škály umožňuje rozlišit mezi různými úrovněmi kvality odpovědí. Doporučuje se použití pětibodové nebo desetibodové škály, která poskytuje dostatečný prostor pro diferenciaci odpovědí (Brookhart, 2013).

Všechny otázky v didaktickém testu byly hodnoceny body. U otázky číslo 6 byly hodnoceny argumenty, kterými žáci vysvětlili své postoje. Byla stanovena pouze dvě kritéria, a to úplnost odpovědi a správnost odpovědi. Vzhledem k nízkému věku žáků nebudou do hodnocení zahrnuta kritéria týkající se stylistiky, strukturovanosti nebo kreativity odpovědí.

Pro hodnocení otevřených otázek byla nastavena tato kritéria bodování:

- **5 bodů** = 100 – 80% (Odpověď je fakticky správná a kompletní)
- **4 body** = 79 - 60% (Odpověď je většinou správná a úplná, s drobnými chybami nebo nedostatky)
- **3 body** = 59 - 40% (Odpověď je částečně správná a úplná, ale obsahuje významné chyby nebo nedostatky)
- **2 body** = 39 - 20% (Odpověď je minimálně správná, výrazně neúplná nebo má zásadní chyby)
- **1 bod** = 19 - 0% (Odpověď je nesprávná nebo/a neúplná, ale obsahuje jasný a logický myšlenkový postup s malými chybami)
- **0 bod** = bez odpovědi / odpověď nevím

Jediným hodnotitelem didaktických testů byla autorka práce.

3.3 Materiály pro výuku a metodologie

Materiály a výzkum byly navrženy tak, aby zabraly přibližně tři vyučovací hodiny. Součástí materiálů je prezentace popisující stavbu buňky, aktivity pro ověření a upevnění učiva nebo didaktická hra.

Všechny materiály byly autorkou vytvořeny v internetové platformě canva, což je nástroj pro tvorbu grafického designu, která poskytuje velkou zásobu vlastní grafiky, modelů a fotografií.⁵ Texty a didaktická hra byla taktéž vytvořena autorkou práce.

3.3.1 První vyučovací hodina

První vyučovací hodina je zaměřena na téma stavby eukaryotické buňky a funkce jejích organel. Tato vyučovací hodina má tři cíle:

- žáci rozpoznají a popíší organely eukaryotické buňky
- žáci obecně popíší základní funkci buněčných organel
- žáci rozliší rostlinnou a živočišnou buňku

Během vyučovací hodiny jsou rozvíjeny následující kompetence žáků:

- kompetence k učení
- kompetence komunikativní

Diskuse a brainstorming

Evokační část hodiny zahrnuje diskusi nad významem buněk v organismu. Cílem je nejen seznámit žáky s tématem, ale také zaujmout a motivovat je k dalšímu studiu. Mělo by být zdůrazněno, že buňky jsou základní stavení a funkční jednotky všech organismů a jejich pochopení je klíčové pro další studium.

Praktická aktivita: Nákres a popis organel buňky do pracovního listu

Hlavní částí hodiny je praktická aktivita pro žáky. Na základě promítané powerpointové prezentace (viz příloha 2) žáci pozorují a zakreslují stavbu živočišné a rostlinné buňky včetně důležitých organel do poskytnutých pracovních listů (viz příloha 3). Pod náčrt buněk si žáci do připravených kolonek vyplní informace o funkci jednotlivých organel.

⁵ <https://www.canva.com/>

Opakování nových pojmů

V rámci závěrečné reflexe žáci, bez podpory prezentace nebo pracovního listu, ve dvojici vyplňují tabulku funkcí organel (viz příloha 4). Vyplnění tabulky může být pojato jako didaktická hra s měřením času nebo pouze jako závěrečná aktivita, pomáhající tříditi nové pojmy a informace.

3.3.2 Druhá vyučovací hodina

Druhá vyučovací hodina, je naplánována s cílem zopakovat a prohloubit znalosti žáků o stavbě eukaryotické buňky pomocí interaktivní a tvůrčí aktivity. Cíle této hodiny jsou:

- žáci si upevní své dosavadní poznatky o stavbě buňky a dokážou je aplikovat v praxi
- žáci chápou pojem dědičnost
- žáci popíší souvislost dědičnosti s DNA a tvorbou bílkovin v buňkách

Během vyučovací hodiny jsou rozvíjeny následující kompetence žáků:

- kompetence k učení
- kompetence komunikativní
- kompetence pracovní
- kompetence k řešení problému
- kompetence sociální a personální

Tvorba modelu eukaryotické buňky

Během evokační části mají žáci za úkol ve dvojicích vytvořit 2D nebo 3D model eukaryotické buňky. Zde jsou možné alterace, kdy si každá dvojice volí sama, ve výzkumu je ovšem každou dvojicí vylosovaná živočišná nebo rostlinná buňka. Pro tuto aktivitu je potřeba připravit žákům barevnou modelovací hmotu, případně pevnější podkladový papír pro 2D modely.

Prvních pět minut by měly dvojice zkusit modelovat pouze podle paměti z předešlé vyučovací hodiny, což slouží jako reflexe zapamatovaných pojmů pro učitele i žáka. Po uplynutí této doby mohou žáci použít své vyplněné pracovní listy z minulé hodiny. Ke každému modelu žáci vyhotovují popis nebo legendu.

Diskuse a brainstorming

Hlavní část hodiny je zaměřená na obecné představení molekuly DNA a tvorbu bílkovin. Pro úvod do tohoto tématu byla zvolena metoda diskuse a brainstormingu, během které jsou žákům pokládány otázky směřující od dědičnosti znaků. Jak bylo zmíněno výše, dělení buněk a dědičnost mohou být kritická místa výuky přírodopisu pro nedostatek abstraktního myšlení u žáků této věkové kategorie. Otázky byly tedy zvoleny tak, aby žákům na co možná nejjednodušším a zároveň osobním příkladu pomohly pochopit principy dědičnosti a roli DNA v tomto procesu.

Příklady otázek:

- Jakou máte barvu očí/vlasů?
- Proč máte takovou barvu očí/vlasů?
- Po kterém členovi rodiny jste barvu zdělili?
- Jak vám byla tato vlastnost předána?
- Kde v pohlavních buňkách byla informace o této vlastnosti uložena?

Žáci se přirozeně dostanou k tématu pohlavního rozmnožování. Je důležité připomenout, že každý z rodičů poskytne jednu buňku, vajíčko nebo spermii. Odtud je dobré vést diskusi směrem k molekule DNA uložené v jádrech buněk, buněčnému dělení a obecné roli bílkovin jako stavebních jednotek buňky.

Metoda I.N.S.E.R.T.

Žáci dostanou k vypracování pracovní list č. 2 (viz příloha 5), který obsahuje text zaměřený na DNA a její funkce, expresi DNA a dělení buněk. Text si každý žák vypracuje samostatně. Následně se text z pracovního listu přečte hromadně s celou třídou a ověřuje se označení informací dle metody I.N.S.E.R.T., žáci se mohou ve čtení střídat. Pojmy, které jsou žákům neznámé nebo je nechápou jsou vysvětleny.

3.3.3 Třetí vyučovací hodina

Během třetí vyučovací hodiny si žáci opakují a upevňují informace o genové expresi za využití didaktické hry vytvořené autorkou (viz příloha 6). V hlavní části vyučovací hodiny se žáci zaměří na dělení rostlinné i živočišné buňky. Za pomoci powerpointové prezentace a výkladu si zakreslí dělicí proces a popíší rozdíly (viz příloha 2). V neposlední řadě proběhne reflexe a závěrečné opakování těchto témat. Cíle pro tuto hodinu jsou:

- žáci chápou a umí jednoduše popsat tvorbu bílkovin v buňkách
- žáci popíší dělení buněk
- žáci vysvětlí rozdíl mezi dělením rostlinné a živočišné buňky

Během vyučovací hodiny jsou rozvíjeny následující kompetence žáků:

- kompetence k učení
- kompetence komunikativní
- kompetence pracovní
- kompetence k řešení problému
- kompetence sociální a personální

Didaktická hra

V evokační části hodiny se žáci účastní didaktické hry, která jim simuluje proces genové exprese probíhající v buňce. Tuto aktivitu je nutné připravit před hodinou dle zadání. Žáci jsou rozděleni do skupin po třech. Následuje rozdání materiálů k didaktické hře včetně návodu (viz příloha 6). Hra může probíhat v lavici nebo být rozložena na 3 různá stanoviště v rámci třídy tak, aby došlo i k fyzické aktivizaci žáků.

V první fázi žák č.1 přepisuje DNA kód podle nápovědy v zadání hry na RNA kód. Přepsaný kód předá nebo nadiktuje žákovi č. 2, který pomocí tabulky vyluští příslušné aminokyseliny. Žák č. 3 na základě informací od spolužáků sestaví a slepí rozstříhaný obrázek komiksu o genové expresi na podkladový papír. Touto hrou žáci projdou zjednodušený proces genové exprese, přičemž vzniklý obrázek simuluje produkt, tedy

bílkovinu. Výsledný obrázek komiksu žáci popíší svými slovy. Komiks může být vytištěn navíc a rozdán všem žákům, aby si jej mohl každý založit do sešitu nebo portfolia.

Didaktická hra obsahuje reálné principy translace a transkripce, což umožňuje použít hru i na vyšším stupni vzdělávání, pro žáky základní školy ale tato informace není podstatná a mohou k ní přistupovat jako k šifře.

Nákres dělení buněk

V hlavní části hodiny se žáci věnují dělení buněk. Za pomoci prezentace ukážeme proces dělení buňky, který je nezbytný pro rozmnožování, růst a regeneraci živých organismů (viz příloha 2). Žáci si zhotoví jednoduchý nákres dělení živočišné a rostlinné buňky s důrazem na rozdíly v těchto procesech do připraveného pracovního listu (viz příloha 5). Zde je důležité nezapomenout zopakovat funkce buněčné stěny rostlin a její vliv na dělení rostlinné buňky.

Reflexe metodou I.N.S.E.R.T.

V závěru hodiny se žáci vrátí k textu s metodou I.N.S.E.R.T. z minulé vyučovací hodiny. Jinak barevným perem nebo jinou psací potřebou znovu zanesou značky do patřičných míst v textu. Cílem je reflektovat pokrok v pochopení informací sdělovaných ve výukovém textu a prověření pokroku žáků. Na závěr proběhne společná reflexe žáků a učitele, při které je možnost znovu zopakovat a shrnout důležité pojmy a principy nebo zodpovědět otázky žáků.

4. Průběh výzkumu

Výuka proběhla na Základní škole Edvarda Beneše v Praze 9 - Čakovicích v lednu 2024. Tematicky navazovala na téma „vznik života a podmínky živých organismů“ (RVP ZV, 2023).

4.1 Vstupní test

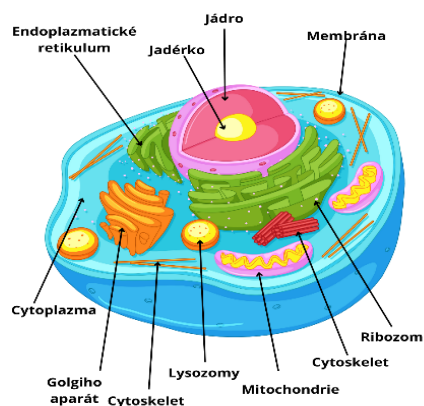
První test byl žákům předložen na konci vyučovací hodiny, která předcházela připraveným a popsaným vyučovacím hodinám na výzkumné téma. Žáci obou tříd vypracovávali test přibližně 5 minut.

4.2 První vyučovací hodina

V úvodu hodiny se žáci věnovali brainstormingové aktivitě, která jim měla pomoci uvědomit si význam buněk v každodenním životě. Diskutovány byly různé situace, jako je hojení ran nebo růst organismů. Žáci byli vyzváni, aby přemýšleli o tom, jakým způsobem se tělo vypořádává s poraněním, například když se říznu do prstu, a jak dochází k růstu, tedy jak se buňky dělí. Tato aktivita trvala zhruba 10 minut a byla velmi interaktivní, což přispělo k lepšímu zapojení žáků do tématu.

4.2.1 Praktická aktivita: Nákres a popis buněk

Po úvodní diskusi se žáci přesunuli k praktické části hodiny, kde dostali za úkol načrtnout si do pracovního listu model živočišné a rostlinné buňky a popsat její orgány. Tato část trvala dalších 15 až 20 minut. Žáci si vedli dobře, ale někteří měli problémy s rozlišením určitých struktur, jako je endoplazmatické retikulum a Golgiho aparát, které mohou vypadat velmi podobně. Dále je zmátlo množství ribozomů a koncept cytoskeletu, který nebyl na obrázku v prezentaci dostatečně názorně zobrazen (viz obrázek č.1). Autorka proto buňku se sítí cytoskeletu načrtla na tabuli.



Obrázek č.1: zdroj www.canva.com, úprava dílem autorky

4.2.2 Popis funkcí organel

V další části hodiny, která také trvala přibližně 10-15 minut, měli žáci za úkol popsat funkce jednotlivých organel. Aby nedošlo k zahlcení žáků zbytečnými informacemi, funkce organel byly popsány pouze velmi obecnými větami. Například si žáci zapsali, že „*ribozom vyrábí bílkoviny*“, což je správné, ale ne příliš detailní. Tento obecný popis však poskytl dobrý základ pro další studium.

4.2.3 Závěr a shrnutí

Celkově byla hodina zaměřena na to, aby žáci získali základní povědomí o stavbě eukaryotické buňky a funkcích jejích organel. Úvodní diskuse a brainstormingová aktivita pomohly žákům uvědomit si význam buněk a motivovaly je k dalšímu studiu. Praktická část s kreslením a popisem organel umožnila žákům vizuálně si představit, jak buňka vypadá a jaké funkce jednotlivé organely plní.

4.2.4 Reflexe a návrhy na zlepšení

Během hodiny se v obou třídách ukázalo, že některé části byly pro žáky náročnější, zejména pokud šlo o rozlišení mezi endoplazmatickým retikulem a Golgiho aparátem. Do budoucna by bylo vhodné více se zaměřit na vizuální pomůcky a modely, které by lépe demonstrovaly rozdíly mezi těmito strukturami.

Problematický byl také koncept cytoskeletu, jehož funkci žáci pochopili velmi dobře, ale nebyl adekvátně zobrazen v obrázku. Pro lepší ilustraci by bylo dobré zvolit takové zobrazení buňky, kde je cytoskelet patrný, například snímek z fluorescenčního

mikroskopu, aby si žáci mohli představit tuto podpůrnou síť buňky. Další variantou je pojem a funkci cytoskeletu zcela vynechat.

Žáci *Třídy 1* ochotněji spolupracovali během úvodní diskuse a aktivně odpovídali na otázky. Nebáli se ani vyjádřit vlastní nápady a názory. Žáci *Třídy 2* byli zdrženlivější. Úvodní část hodiny trvala ve třídě č. 2 zhruba o 5 minut déle. Přesto žáci ve třídě č. 2 splnili všechny zadané aktivity, protože se jim podařilo velmi rychle překreslit do pracovního listu jak rostlinnou, tak živočišnou buňku. Některé nákresy žáků, zejména u skupiny chlapců, nebyly vypracovány příliš pečlivě.

Celkově hodina splnila svůj účel, ale je zde prostor pro zlepšení, zejména pokud jde o vysvětlení složitějších struktur a funkcí buněčných organel. Podrobnější vizuální materiály a interaktivní aktivity by mohly pomoci žákům lépe si osvojit a zapamatovat informace o stavbě eukaryotické buňky.

4.3 Druhá vyučovací hodina

Druhá vyučovací hodina byla zahájena stručným opakováním, kde žáci zkusili vyjmenovat základní struktury eukaryotické buňky, které probírali v předešlé vyučovací hodině. Žákům byly připomenuty klíčové organely, jejich funkce a rozdíly mezi rostlinnými a živočišnými buňkami. Poté byla žákům představena úvodní aktivita.

4.3.1 Praktická aktivita – tvorba modelu eukaryotické buňky

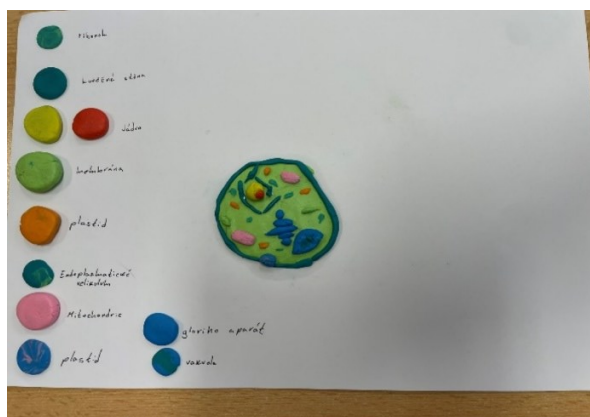
Každá dvojice žáků obdržela tvrdý papír velikosti A4 a lístek, na kterém bylo uvedeno, zda budou modelovat rostlinnou nebo živočišnou buňku. Úkolem bylo pomocí barevné modelíny vytvořit model buňky se všemi organelami, které si pamatovali z předchozí hodiny. Prvních 5 minut pracovali bez nápovědy, což jim umožnilo aktivně si vybavit informace, které již měli uložené v paměti.

Žáci začali tvořit své modely pouze na základě informací z předchozí vyučovací hodiny a úvodního opakování současné vyučovací hodiny. Tato část aktivity měla za cíl zjistit, do jaké míry si pamatují struktury a funkce jednotlivých organel.

Po uplynutí 5 minut jim bylo dovoleno používat pracovní listy z předešlé hodiny, kde měli nakreslenou stavbu buněk. Tento krok měl za cíl podpořit jejich paměť a poskytnout jim jistotu, že jejich modely budou správně sestavené.

Po dokončení modelování se vždy dvě dvojice spojily do čtveřice, kde si navzájem prezentovaly své modely. Každá čtveřice měla v sestavě jak rostlinnou, tak živočišnou buňku. Žáci si vysvětlovali jednotlivé části a funkce organel, čímž si zopakovali a upevnili své znalosti. Případně si mohli navzájem pomoci odstranit chyby.

Na konci aktivity byly modely vloženy do folií, aby si je žáci mohli uchovat a případně se k nim vracet. Ty nejlepší modely byly využity k výzdobě třídy, což nejen esteticky oživilo prostředí, ale také poskytlo trvalou vizuální pomůcku pro budoucí výuku.



Obrázek č. 2: Rostlinná buňka vytvořená žáky 6. ročníku během vyučovací hodiny, foto autorka

4.3.2 Diskuse o dědičnosti

Ve zbylých 20 minutách hodiny se třídy zaměřily na téma DNA, genové exprese a dělení buněk. Diskuse byla zahájena otázkami týkajícími se fenotypových znaků žáků. Zazněly otázky typu: „Proč máte modré oči?“ nebo „Proč máte hnědé vlasy?“. Žáci přirozeně odpovídali, že tyto znaky zdědili po rodičích. Poté byli žáci navedeni k otázce, jak je možné, že mají stejné znaky jako rodiče, přestože jsou jinými jedinci, což vedlo k přirozenému přechodu k tématu pohlavního rozmnožování a dědičnosti.

Aby diskuse neodbočila příliš od tématu, bylo třeba žáky vrátit myšlenkami zpět k úloze DNA v buňkách. Diskusi bylo věnováno přibližně 5 minut.

4.3.3 Pracovní listy s metodou I.N.S.E.R.T.

Na druhou část vyučovací hodiny byly žákům rozdán pracovní listy s textem, ve kterém měli za úkol využít výukovou metodu I.N.S.E.R.T. Žáci měli označit informace, které již znají, které jsou pro ně nové nebo kterým nerozumí. Tento způsob práce jim umožnil lépe se zorientovat v nových informacích a identifikovat oblasti, které vyžadují

další vysvětlení. Každý žák pracoval s pracovním listem nejdříve samostatně, následně byly úseky textu předčítány náhodně vybranými žáky nahlas před třídou a společně diskutovány, případně vysvětlovány. Celá aktivita zabrala ve třídách přibližně 15 minut.

S tímto pracovním listem se bude pracovat i během třetí vyučovací hodiny.

4.3.4 Závěr hodiny

Hodina byla uzavřena shrnutím klíčových bodů, které jsme během vyučování probrali. Zopakovali jsme stavbu eukaryotické buňky, základní principy dědičnosti a význam DNA. Žáci odcházeli z hodiny s praktickým výstupem v podobě modelů buněk a s novými poznatky o genetice.

4.3.5 Reflexe a návrhy na zlepšení

Tato hodina byla úspěšná jak z hlediska interaktivního zapojení žáků, tak z hlediska upevnění a rozšíření jejich znalostí. Aktivní přístup k učení, kombinovaný s diskusí a praktickými úkoly, umožnil žákům lépe pochopit a zapamatovat si složité biologické koncepty.

Praktické zapojení všech žáků hned v úvodů umožnilo procvičit náročné téma zábavnou formou. Žáci museli spolupracovat, což v některých případech vyústilo v drobné rozepře, zejména ohledně barevnosti a velikosti modelovaných buněk. Mnohem lépe v této aktivitě spolupracovali dvojice chlapců, kteří byli i dříve hotoví. Dvojice dívek byly naopak pomalejší, což se ale zpravidla projevilo na preciznosti vytvořených modelů a jejich popisů. Celkem jsme aktivitě věnovali zhruba 15 minut v obou třídách.

Následná diskuse odhalila, že většina žáků již někdy slyšela pojmy DNA nebo dědičnost, ale neví, jak spolu tyto dva pojmy souvisejí. Navázání tématu DNA a dědičnosti na lidské fenotypové znaky se může zdát komplikované, ale věřím, že přispívá k pochopení a zapamatování informací, protože si žáci umí tyto konkrétní fenotypové znaky dobře prohlédnout a odvodit jejich původ ve svých předcích.

Reflexe práce s metodou I.N.S.E.R.T. navíc poskytla cennou zpětnou vazbu pro mě, jako pedagoga, ale i pro žáky, kteří si ověřili svoje znalosti a v budoucnu budou moci pozorovat svůj vlastní pokrok. Práce s textem dělala některým žákům problémy. Žákům, kteří měli problém s porozuměním textu bylo umožněno pracovat ve dvojicích. Většina

žáků označila informace jako nové. Zajímavé bylo taky zjištění, že mnoho žáků znalo pojem „chromozomy“, ale nevěděli, co znamená, nebo jak souvisí s DNA.

Během diskuse žáci ocenili přirovnání k nákupu potravin na recept. Při rozhovoru o tvaru a fungování buněk, který je zakódován v DNA, žáci *Třídy 1* velmi obecně porovnávali funkci kožní buňky a funkci buňky mozkové. Uměli vyhodnotit rozdíl ve funkci krycí a funkci „myslící a rozhodovací“. Žáci *Třídy 2* měli s tímto konceptem větší problém. Proto jsem jim rozdíl vysvětlila na příborech. Požádala jsem je, aby si představili buňku jako příbor. Pokud chci nabrat tekuté jídlo, musím použít lžici. Naopak na krájení tuhé potravy využiji nůž. Stejně tělo používá na různé úkony buňky různého tvaru a funkcí. Poté jsme se vrátili k porovnání kožní a mozkové buňky. Dle hodnocení samotných žáků tento princip nakonec pochopili.

Alterace u této aktivity by mohla právě zahrnovat práci ve dvojicích nebo čtveřicích. Při zpětné reflexi je nutno přiznat, že by si aktivita zasloužila větší prostor v rámci vyučovací hodiny a více času na diskusi. Žáky obou tříd toto téma velmi zajímalo a do diskuse se zapojili velmi aktivně.

4.4 Třetí vyučovací hodina

V úvodu třetí vyučovací hodiny si žáci zopakovali znalosti o genové expresi za pomoci didaktické hry. V druhé části hodiny si překreslili schéma dělení živočišné a rostlinné buňky a byly probrány rozdíly těchto dvou procesů. Poslední částí byla reflexe jak náplně dané hodiny, tak tematického celku stavby buňky, dědičnosti a projevu genů.

4.4.1 Didaktická hra

Ihned ze začátku hodiny byla žákům oznámena aktivita a ponechán čas na rozdělení do skupin. Do rozdělení jsem nezasahovala, jelikož je tato hra rychlá a slouží ke zopakování a prohloubení pochopení procesů, ale také k pobavení a aktivizaci žáků hned v úvodu hodiny. Zde se liší postup u *Třídy 1* a *2*.

Ve *Třídě 1* jsem během rozdělování žáků do trojic rozmístila po třídě pro každou skupinu 3 stanoviště tak, aby měl každý žák ze skupiny k dispozici alespoň polovinu školní lavice, ale zároveň nebyli jednotlivci z jedné skupiny příliš blízko u sebe. Tím se během hry docílilo štafetového efektu, tedy každý žák byl odpovědný za svůj úkol. Každá skupina dostala zadání didaktické hry a zároveň byla hra všem vysvětlena. Žáci si poté rozdělili role

ve skupině a rozmístili se na stanoviště a až poté byl žákovi č.1 předán DNA kód k překladu a žáci začali pracovat samostatně. Celá aktivita i se zadáním trvala ve třídě 1 pouze 15 minut.

Ve *Třídě 2* byla zvolena varianta hry v lavici, kdy všichni tři členové skupiny mohli řešit úlohy společně. Důvody pro použití této varianty budou popsány v reflexi hodiny níže. Tato varianta didaktické hry byla rychlejší a žáci ji zvládli dokončit zhruba za 10 minut.

V obou třídách následovala diskuse nad komiksem, při které byly rozebrány jednotlivé obrázky a popisy. Žáci měli za úkol svými slovy popsat, co obrázek a popis znázorňují. Tato aktivita trvala vzhledem k velikosti komiksu jen zhruba 5 minut. Každý žák pak dostal při návratu na své místo v lavici svůj vlastní komiks pro založení do portfolia. (viz příloha 7).

4.4.2 Nákres dělení buněk

Následoval přechod k tématu dělení buněk. Navázali jsme na obrázky v komiksu a růst těla, který je spojen jak s růstem buněk samotných, tedy vytváření nových stavebních jednotek, tak na přibývání počtu buněk dělením. Žákům byly nejprve položeny otázky, jak si takové dělení představují. Většinová odpověď byla „*prostě se rozdělí na dvě poloviny*“. Poté jim byly znovu promítnuty obrázky živočišné a rostlinné buňky použité u nákresu stavby buňky, aby mohli žáci porovnat, jaký je rozdíl na povrchu buněk. Žáci ihned poukázali na přítomnost buněčné stěny u rostlinné buňky. Připomněli jsme si tedy společně, jaké má buněčná stěna funkce. Z toho jsem žáky nechala odvodit, jaké by měla mít buněčná stěna vlastnosti, tedy že musí být pevná, aby mohla poskytovat rostlinné buňce oporu a držet pevně její tvar. Žákům byl vysvětlen rozdíl mezi dělením buněk u rostlin a živočichů a následně si zhotovili jednoduchý nákres do připravených polí v pracovním listě. Aktivita i s úvodní diskusí a zopakováním stavby buněk zabrala třídám zhruba 20 minut.

4.4.3 Závěr hodiny a reflexe metodou I.N.S.E.R.T.

Na konci hodiny byli žáci požádáni, aby se znovu vrátili, k již označenému textu na druhé straně pracovního listu. Každý žák měl za úkol znovu pečlivě přečíst text a jinak barevným perem nebo fixem zanechat znamení do příslušných částí v textu. Požádala jsem

žáky o maximální upřímnost, aby bylo jasné, zda textu rozumí nebo potřebují pomoc pojmy nebo procesy vysvětlit.

Ve *Třídě 1* bylo využito vrstevnické učení, kdy žáci, kteří informacím rozuměli, je nejdříve popsali svými slovy celé třídě, poté šli případně pomoci spolužákům, kteří potřebovali s textem pomoci.

Ve *Třídě 2* byl text přečítán postupně žáky nahlas. Žáci si měli sami označit, jestli se jejich pochopení zlepšilo. Pokud ne, pojmy a procesy byly znovu vysvětleny.

4.4.4 Reflexe a návrhy na zlepšení

Žáci *Třídy 1* se velmi rychle pustili do práce a až na výjimky nepotřebovali žádnou asistenci ani opakované vysvětlení. Skupiny měly rychle přepsaný a přeložený kód. Skládání komiksu jim také nedělalo problém, jelikož byly části komiksu poměrně velké, a tak se dal obrazec složit i při chybě v zápisu nebo špatném překladu.

Hodina se žáky *Třídy 2* bohužel následovala po hodině tělocviku a žáci byli v úvodu hodiny velmi neukázněni. Zadání didaktické hry trvalo delší dobu, proto jsem zvolila časově úspornější variantu realizace hry v jedné lavici. Žáci ve skupinách nakonec dobře spolupracovali a přepis kódu ani sestavení komiksu jim nedělalo problém.

Při odvozování rozdílu mezi rostlinnou a živočišnou buňkou během dělení si lépe počínala *Třída 1*, která potřebovala méně návodných otázek.

Finální shrnutí a reflexe celého tématu byl opět rozlišen přístupem z důvodu aktuálního rozpoložení tříd. U *Třídy 2* bylo potřeba zajistit rychlý a efektivní průběh závěru hodiny. Oba přístupy byly efektivní pro zakončení hodiny i tematického celku. U varianty s vrstevnickým učením by bylo dobré ponechat v závěru více času, aby mohlo následovat ještě opakování s vyučujícím.

4.5 Výstupní test po ukončení tematického celku

Následující vyučovací hodinu byl žákům hned v úvodu předložen ten samý didaktický test pro ověření nabytých znalostí a pochopení probraných principů. Žáci tentokrát strávili více času nad psaním odpovědí. Vyplnění po – testu trvalo v průměru 10 minut.

4.6 Výstupní test s odstupem 3 měsíců

Zhruba po uplynutí 3 měsíců byli žáci požádáni o opětovné vyplnění didaktického testu. Konkrétní data se liší, jelikož do výuky zasáhly ozdravné pobyty, sběr dat ale proběhl v rozmezí konce března a poloviny dubna 2024. Vypracování testu zabralo žákům opět zhruba 10 maximálně však 15 minut.

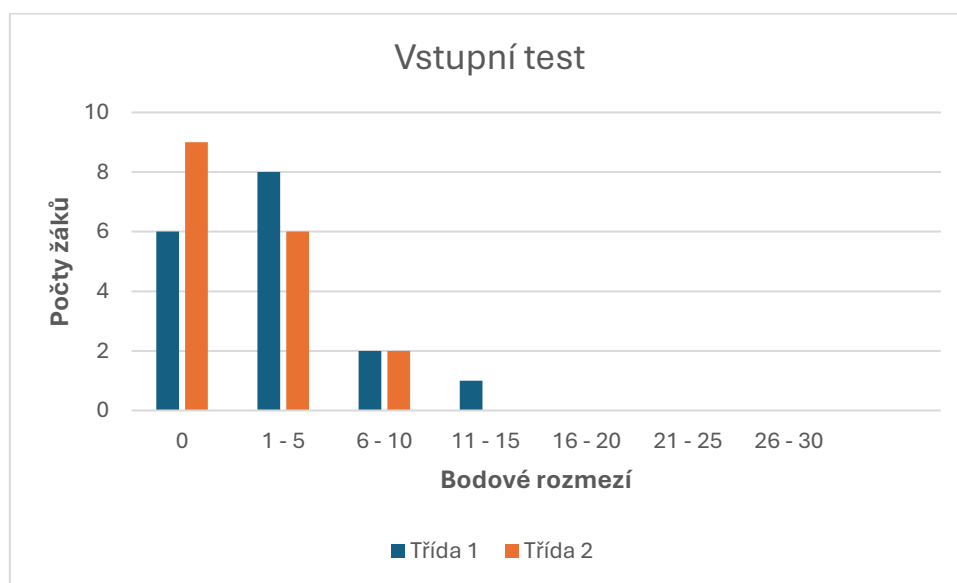
5. Výsledky

V této kapitole budou uvedeny a porovnány výsledky všech didaktických testů. Porovnání bude uvedeno mezi dvěma výzkumnými skupinami, u jednotlivých testových otázek, a také u testů vybraných žáků. Testy budou rozlišeny označením „Vstupní test“, „Výstupní test 1“ pro test vypracovaný ihned po ukončení výuky tematického celku a „Výstupní test 2“ pro test, který následoval po tří měsíčním časovém odstupu.

Didaktických testů se v průběhu účastnili všichni žáci tříd, tedy 19 žáků ve třídě 1 a 22 žáků ve třídě 2. Z důvodu absence ale u některých žáků schází jeden nebo dva testy. Tito žáci byli z výsledků vyřazeni, jelikož není možné sledovat jejich pokrok v učení a porozumění tématu. Celkem jsou ve výsledcích uvedeny výstupy 17 žáků ze *Třídy 1* a 17 žáků ze *Třídy 2*. Výsledky byly zpracovány v programu Microsoft Excel.

5.1 Výsledky vstupního testu

Zadání vstupního testu proběhlo před výukou tématu stavba a funkce buňky a základy molekulární biologie. Žáci tedy vycházeli ze znalostí získaných během předchozího studia na prvním stupni základní školy, během výuky tématu bakterií a virů nebo z jiných mimoškolních zdrojů.



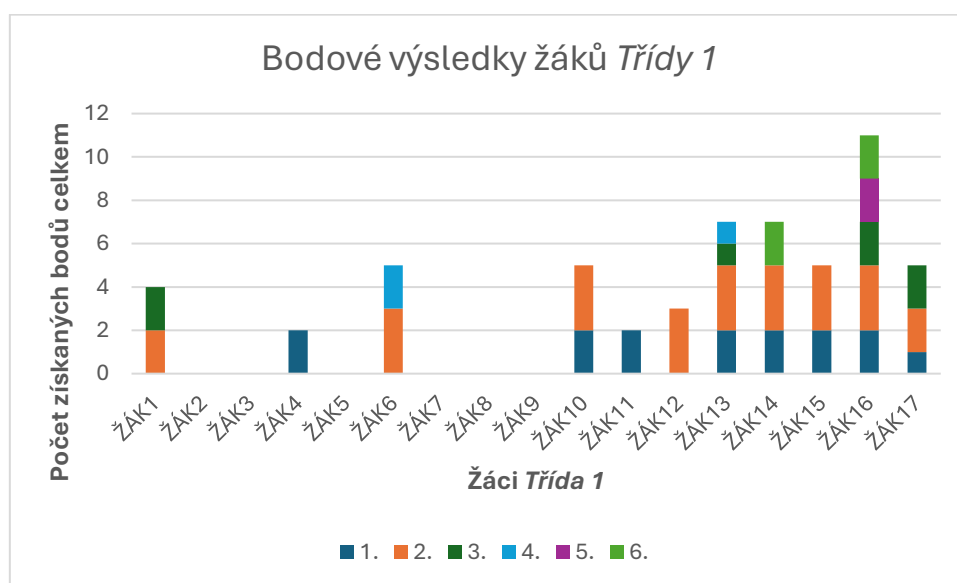
Graf č.1, Výsledky vstupního testu ve Třídě1 a ve Třídě2

Na základě výsledků je zřejmé, že vstupní úroveň znalostí žáků ohledně tématu stavby a funkce buňky a základů molekulární biologie je téměř stejná. Ani jeden z žáků nezískal maximální počet bodů, tedy 30. Pouze jeden žák ze *Třídy 1* překročil hranici 10 bodů. Jen 2 žáci z každé testované třídy dosáhli počtu vyššího než 5 bodů, konkrétně 2 žáci *Třídy 1* dosáhli 7 bodů a 2 žáci *Třídy 2* dosáhli 6 a 8 bodů. Zhruba třetina žáků obou tříd prokázala alespoň minimální znalosti a získala většinou 2 až 3 body. Většina žáků obou tříd dosáhla nulového skóre za odpověď „nevím“, přičemž u *Třídy 2* pozorujeme výraznější absenci prekonceptů v daném tematickém okruhu.

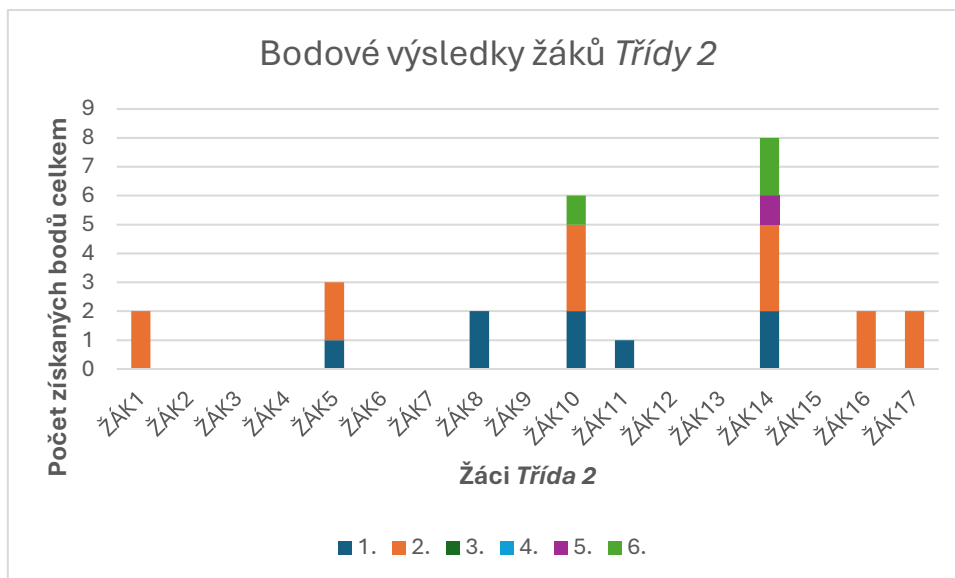
Nízký počet bodů ve vstupním testu byl očekáván, protože toto téma bývá na prvním stupni probíráno jen okrajově nebo vůbec. Výsledky také závisí na schopnosti spojit a aplikovat informace z již odučených témat přírodopisu, předchozích zkušenostech žáků a jejich osobních znalostech z běžného života.

5.1.1 Výsledky jednotlivých otázek vstupního testu

Jak již bylo uvedeno výše, součástí tohoto výzkumu bylo také zjistit, s jakými informacemi žáci do výzkumu vstupovali, což je možné vyčíst z bodů získaných u jednotlivých otázek didaktického testu (viz příloha 1).



Graf č. 2. Bodové výsledky žáků *Třídy 1* u jednotlivých otázek didaktického testu



Graf č. 3. Bodové výsledky žáků Třídy 2 u jednotlivých otázek didaktického testu

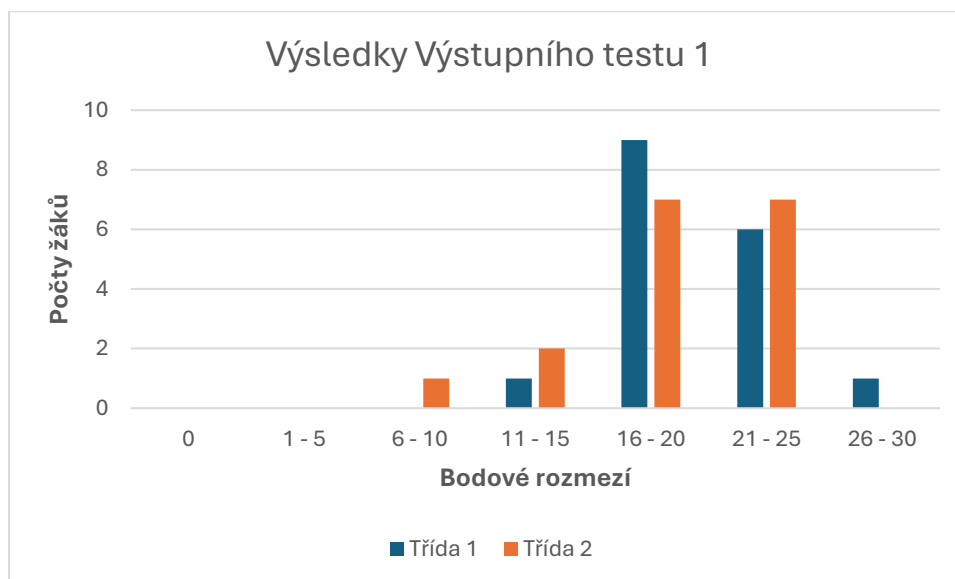
Jak je vidět v grafu číslo 2 a 3, nejvíce znalostí prokázali žáci u otázky č. 2 (oranžová), která zněla „Vysvětli, co je to DNA, a kde se nachází“. Mezi odpověďmi se často objevovalo, že „DNA je v tělech živočichů a lidí“ nebo že „DNA je v krvi a poznáme podle ní pachatele“. Což jasně odkazuje na prekoncepty vzniklé z filmů, seriálů nebo populární literatury. Žáci, kteří získali body u otázky č. 1 (tmavě modrá) „Vysvětli v několika větách, co je to buňka a jaké má funkce“, nejčastěji opět zmiňovali přítomnost buněk v těle. Mnoho žáků zmínilo také bakteriální buňky a jejich negativní a pozitivní vliv na člověka. Tato odpověď se objevovala i u otázky č. 6 (světle zelená). Zde žáci využili znalosti nabyté během předchozího vyučovaného tématu zaměřeného na bakterie a viry. Tyto znalosti byly zdrojem odpovědí také na otázku číslo tři (tmavě zelená), kde se v didaktickém testu objevily odpovědi jako „buňka vyrábí jedy a špatné látky nebo vitamíny“ nebo „buňka si vyrábí všechno, aby mohla přežít“.

Pouze jeden žák z každé třídy napsal odpověď k otázce číslo pět týkající se vztahu mezi buňkou, tkáněmi a organismem. Odpověď se v obou případech zaměřovala na fakt, že buňky jsou v těle, a tedy tvoří tělo.

5.2 Výsledky Výstupního testu 1

Výstupní test 1 byl žákům předložen následující vyučovací hodinu po ukončení tematického celku stavba a fungování buňky a základy molekulární biologie. Zadání

Výstupního testu 1 nebylo předem ohlášeno, aby žáci nezkreslovali výsledky dodatečným učením a přípravou na test.

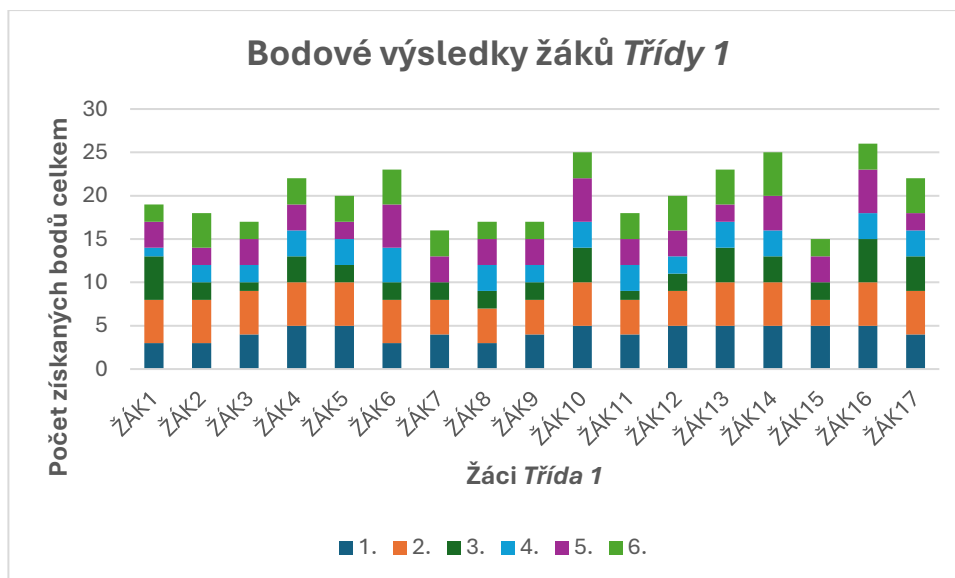


Graf č. 4. Výsledky výstupního testu 1 ve *Třídě 1* a *Třídě 2*

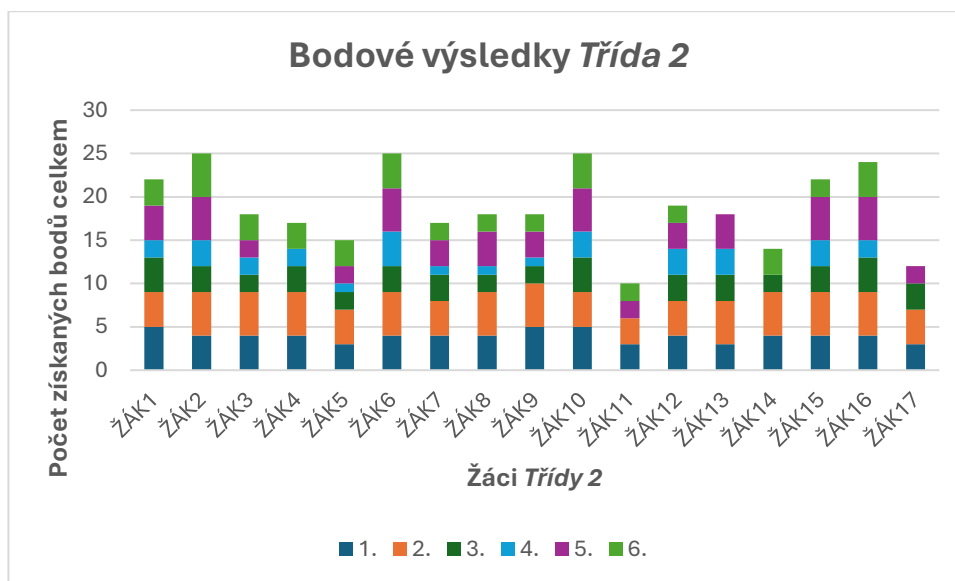
Z výsledků *Výstupního testu 1* jasně plyne, že došlo k výraznému posunu vědomostí žáků v tématu stavby a funkce buňky a základů molekulární biologie. Nejnižší počet získaných bodů byl 9 z maximálního počtu 30 bodů. Většina žáků, konkrétně 65 % žáků *Třídě 1* a 53 % žáků *Třídě 2* získalo mezi 10 a 20 body. Sedm žáků z obou výzkumných skupin se pak svými znalostmi ve výstupním testu dostalo na bodový zisk přesahující 20 bodů, z čehož jeden žák získal dokonce 26 bodů.

U *Výstupního testu 1* se dal předpokládat posun znalostí a vyšší bodové zisky, jelikož byla výuka tematického celku právě ukončena. Lze předpokládat, že výsledného posunu ve znalostech žáků bylo docíleno převážně samotnou výukou a použitím metodických postupů popsaných v této práci.

5.2.1 Výsledky jednotlivých otázek Výstupního testu 1



Graf č. 5. Bodové výsledky žáků Třídy 1 u jednotlivých otázek Výstupního testu 1



Graf č. 6. Bodové výsledky žáků Třídy 2 u jednotlivých otázek Výstupního testu 1

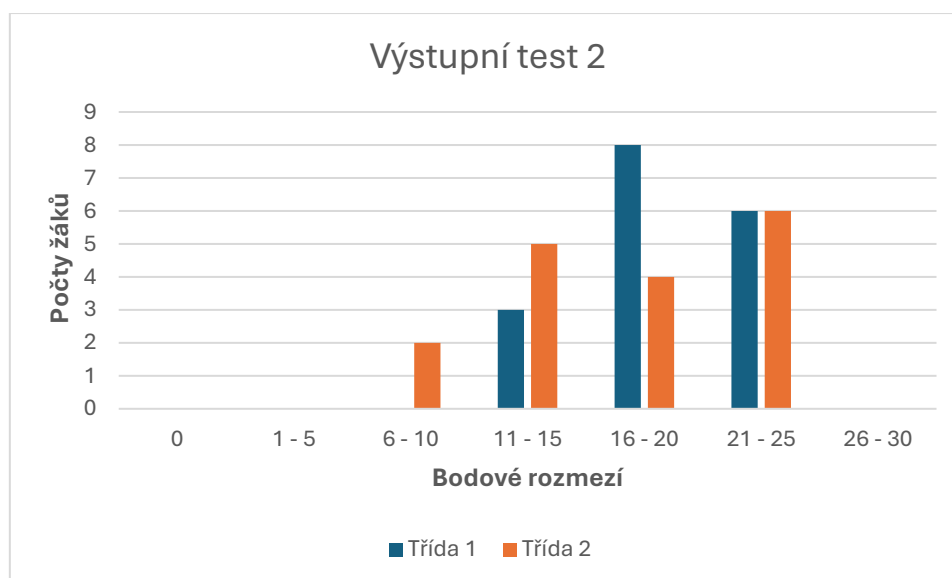
Z grafů č. 5 a 6 je patrné, že u většiny žáků došlo k alespoň částečnému zodpovězení všech otázek. Odpovědět na otázku č. 1 (tmavě modrá) byli schopni všichni žáci. Nejčastěji se objevila odpověď, že „buňka je základ všech živých věcí“. Všichni žáci Třídy 1 i Třídy 2 pak dokázali popsat DNA u otázky č. 2 (oranžová) jako „dědičnou informaci, která se nachází v každé buňce“. Někteří dokonce zmínili její uložení v jádře buňky. U

otázky č. 3 a 4 (tmavě zelená a sv. modrá) žáci často vypisovali shodné informace, týkající se výroby bílkovin a „zvětšování nebo stavění buňky“, ale objevili se také informace o výrobě energie. Konkrétně u otázky č. 4 popisovali žáci, kteří na otázku odpověděli, že „DNA je recept, podle kterého buňka vyrábí bílkoviny“.

Až na výjimky se žákům podařilo alespoň zčásti odpovědět na otázku č. 5 (fialová), kde popisovali buňku jako základní stavební jednotku těla živočichů a rostlin, což se zčásti shodovalo s odpovědí na otázku č. 1.

5.3 Výsledky Výstupního testu 2

Výstupní test 2 byl žákům zadán zhruba s tří měsíčním odstupem. Cílem tohoto testu je ověřit trvalost informací získaných při výuce přírodopisu na téma stavba buňky, základy molekulární biologie a dědičnost. Dva žáci Třídy 1 tento didaktický test plnili se zpožděním jedné vyučovací hodiny oproti spolužákům vzhledem k absenci způsobené nemocí. Dopsání didaktického testu proběhlo za účelem zachovat počet výzkumných dat. Výstupní test 2 nebyl, stejně jako Výstupní test 1 hlášen dopředu, aby se žáci nemohli připravit na test dopředu, ale byla ověřena pouze trvalost znalostí získaných během výuky daného tématu.

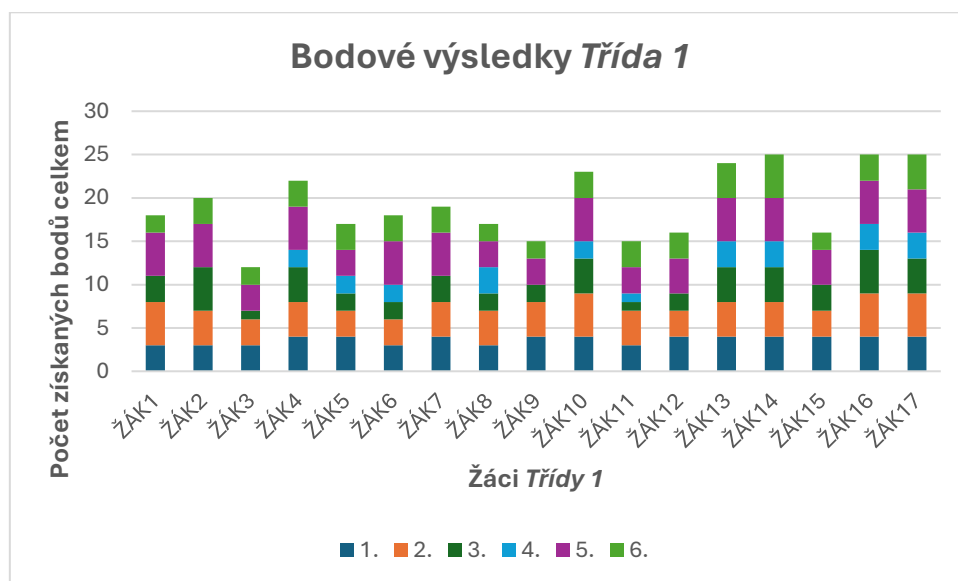


Graf č. 7, Výsledky výstupního testu 2 ve *Třídě 1* a *Třídě 2*

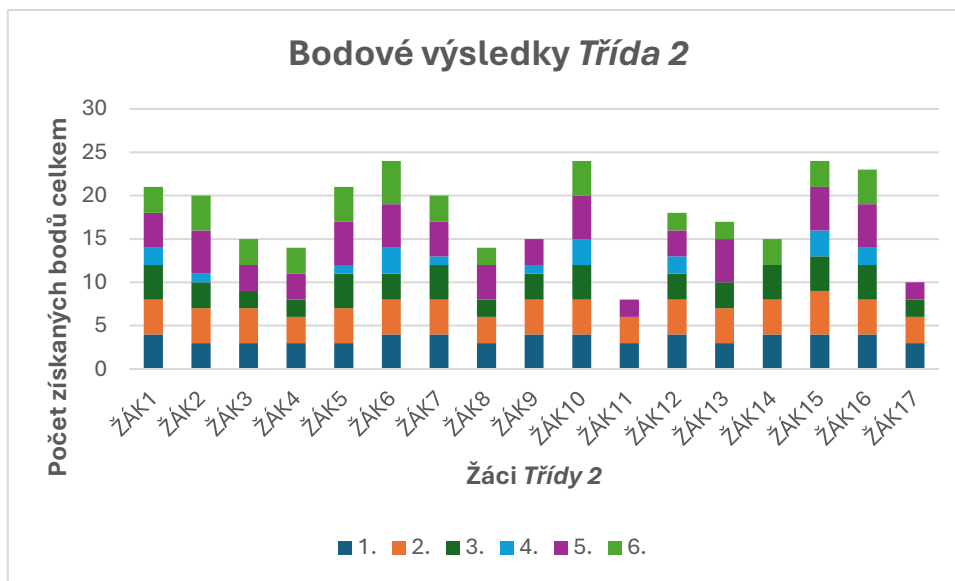
Jak je z grafu číslo 7 patrné, při porovnání s grafem číslo 4 nedošlo k výraznému poklesu úrovně znalostí žáků po uplynutí doby zhruba 3 měsíců. Naopak, u některých žáků bodové hodnocení dokonce předčilo výsledky z *Výstupního testu 1*. Dva žáci dosáhli pouze 8 a 10 bodů z 30 možných. Více než 20 bodů ve *Výstupním testu 2* získalo šest žáků ze *Třídy 1* a šest žáků ze *Třídy 2*.

Vzhledem k časovému rozestupu mezi výukou o stavbě a fungování buňky a základům molekulární biologie, by se dal předpokládat pokles znalostí žáků v rámci tohoto tematického celku učiva. Na výsledky didaktického testu měly ale vliv také další probíraná témata, jak bude blíže popsáno v následující kapitole.

5.3.1 Výsledky jednotlivých otázek Výstupního testu 2



Graf č. 8. Bodové výsledky žáků *Třídy 1* u jednotlivých otázek *Výstupního testu 2*



Graf č. 9. Bodové výsledky žáků *Třídy 2* u jednotlivých otázek *Výstupního testu 2*

Při bližším prostudování výsledného bodového zisku jednotlivých otázek *Výstupního testu 2* je možné si všimnout, že žáci u některých otázek přišli svou neúplnou nebo chybnou odpovědí o několik bodů, u jiných otázek se však jejich úspěšnost zvýšila.

Pokud porovnáme výsledky s *Výstupním testem 1*, zjistíme, že nejčastěji žáci ztráceli body otázky zaměřené na základy molekulární biologie, tedy u otázky č. 4 (světle modrá). Naopak výrazný nárůst bodového hodnocení můžeme pozorovat u otázek č. 3 a 5 (tmavě zelená, fialová). Tyto otázky cílily na znalosti o procesech probíhajících v buňkách a na souvislost mezi buňkami, tkáněmi a organismy.

Vysvětlení poklesu a nárůstu bodového zisku u jednotlivých otázek se ukázalo v obsahu samotných odpovědí. Žáci u otázek č. 3 a 5 často odpovídali obsáhleji a využili znalosti i z kapitoly zabývající se prvky a tkáněmi, která byla probírána během tříměsíčního období mezi výstupními testy. U otázky č. 3 tedy se, kromě tvorby bílkoviny a energie, objevily odpovědi jako „*přijem potravy a rozklad potravy*“ nebo obecnější varianta „*tvoří všechny látky a věci potřebné k životu*“. U otázky č. 5 popsalo vztah mezi buňkou a tkáněmi naprostá většina žáků.

Co je pro tento výzkum obzvláště podstatné je fakt, že více než polovina žáků *Třídy 1* byla schopná u otázky č. 4, tedy otázky zaměřené na genovou expresi, odpovědět, že DNA je zdrojem informací pro tvorbu bílkovin v buňce. Ve *Třídě 2* byl tento počet nižší, pouze 6 žáků oproti 9 žákům ze *Třídy 1*.

5.4 Přehled výsledků všech testů

V níže uvedených tabulkách je možné pozorovat celkový počet získaných bodů ve všech didaktických testech a porovnat jejich úspěšnost.

Žáci T1	Počet bodů vstupního testu	Počet bodů výstupního testu1	Počet bodů výstupního testu2	Žáci T2	Počet bodů vstupního testu	Počet bodů výstupního testu 1	Počet bodů výstupního testu 2
1	4	19	18	1	2	22	21
2	0	18	20	2	0	25	20
3	0	17	12	3	0	17	12
4	2	22	22	4	0	22	14
5	0	20	17	5	3	20	21
6	5	23	18	6	0	23	24
7	0	16	19	7	0	16	19
8	0	17	17	8	2	18	14
9	0	17	15	9	0	18	15
10	5	25	23	10	6	25	24
11	2	18	15	11	1	10	8
12	3	20	16	12	0	19	18
13	7	23	24	13	0	18	17
14	7	25	25	14	8	14	15
15	5	15	16	15	0	22	24
16	11	26	25	16	2	24	23
17	5	22	25	17	2	12	10

Tabulka č. 1, Celkový počet bodů získaných žáky *Třídy 1* ve *Vstupním testu*, *Výstupním testu 1* a *Výstupním testu 2*

Tabulka č. 2, Celkový počet bodů získaných žáky *Třídy 2* ve *Vstupním testu*, *Výstupním testu 1* a *Výstupním testu 2*

V tomto výčtu všech výsledků je možné se zaměřit na úspěšnost jednotlivých žáků. Jak je vidět u žáka č.13, 14 a16, ve *Třídě 1*, kteří prokázali poměrně vysoké vstupní znalosti, byli schopni tyto vědomosti prohloubit a dosáhnout nejvyšších bodových skóre. Podobnou situaci si můžeme všimnout u žáka č. 10 ve *Třídě 2*. Naopak žák č. 14 ze *Třídy 2* dosáhl vůbec nejvyššího vstupního skóre v této výzkumné skupině, ale ve výstupních testech prokázal pouze průměrné znalosti.

Jak již bylo zmíněno výše, zajímavé jsou i výsledky žáků, kteří získali ve *Výstupním testu 2* více bodů než ve *Výstupním testu 1*. Konkrétně se jedná o pět žáků ze *Třídy 1* a čtyři žáky ze *Třídy 2*.

6. Diskuse

Na základě výsledků z provedeného výzkumu vyplývá, že výuka kritického tématu stavby eukaryotické buňky a základů molekulární biologie, jak popisuje toto téma Vágnerová (2018), měla s využitím aktivizujících metod pro žáky významný přínos. Výzkumný design byl pečlivě navržen tak, aby zjistil prekoncepty žáků o stavbě buňky a jejím fungování, vytvořil efektivní výukový materiál a ověřil dlouhodobé uchování učiva. Mohou zde však existovat faktory, které mohly mít značný vliv na výsledky žáků.

Výzkum, který se zaměřil na výuku základů biologie buňky na 2. stupni základních škol, probíhal ve dvou výzkumných skupinách na jedné základní škole. Obě skupiny měly vyhrazenou stejnou časovou dotaci na výuku, což zajišťovalo rovné podmínky pro porovnání výsledků. Výuka probíhala v obou třídách v podání autorky diplomové práce. Předání informací žákům tudíž probíhalo podobným způsobem.

Žáci si nejprve osvojili učivo týkající se stavby živočišné a rostlinné buňky, a to teoreticky i praktickou aktivitou. Následně jim byly vysvětleny důležité procesy probíhající uvnitř buňky, které zajišťují její fungování, regeneraci nebo dělení. Zmíněna byla zejména úloha DNA v buňkách jako nositele dědičné informace a kódu pro tvorbu bílkovin. Zjednodušeně byl popsán také proces genové exprese, tedy jak mohou geny v DNA ovlivňovat vzhled nebo fungování buněk, potažmo celých organismů.

Výukový materiál byl navržen s důrazem na aktivizující metody, včetně didaktické hry, praktických činností, brainstormingu nebo metody I.N.S.E.R.T. Tyto metody měly za cíl zvýšit motivaci žáků a usnadnit pochopení složitých biologických konceptů. Podle Maňáka a Švece (2003) aktivizující metody podporují hlubší pochopení a trvalejší uchování znalostí. V rámci výzkumu byla například použita metoda sestavování modelu buňky z barevné modelíny, což umožnilo žákům lépe pochopit prostorové uspořádání a funkce jednotlivých organel (Kalhous & Obst, 2002).

Výuka probíhala v každé třídě v různé dny a v různých časech. To mohlo být jedním z faktorů, které mohly ovlivnit chování žáků během hodin, jejich motivaci, a tedy i výsledky výzkumu. Ve *Třídě 1* je vyučovací hodina přírodopisu zařazena v ranních hodinách, konkrétně v pondělí třetí vyučovací hodinu a ve čtvrtek první vyučovací hodinu. Ve *Třídě 2*

navazuje v úterý hodina přírodopisu na vyučovací hodinu tělesné výchovy, což mělo za následek sníženou pozornost žáků během vyučovací hodiny, a také jejich neukázněnost. Navazující vyučovací hodinu již *Třída 2* spolupracovala lépe, přestože se jednalo o pátou, tedy předposlední vyučovací hodinu jejich rozvrhu.

Faktem je, že v obou třídách byla výuka tohoto tematického celku časově náročná. Žáci sice stihli zadané úkoly, ale pokud by byla výuka tématu rozložena do čtyř vyučovacích hodin, namísto tří, mohlo by to žákům poskytnout větší prostor během diskusí, brainstormingu nebo při kontrolách a závěrečné reflexi. Vyšší časová dotace by mohla umožnit žákům lépe pochopit složité procesy nebo utřídit a zapamatovat si důležité pojmy. Pro pedagoga by to znamenalo větší prostor pro opakované vysvětlení pojmů nebo problematiky daného tématu.

Dalším faktorem ovlivňujícím výsledky žáků může být jejich vlastní schopnost se učit a dané učivo si zapamatovat. Zde hraje roli především úroveň intelektu žáků nebo jejich speciální potřeby. Ve *Třídě 1* je pouze jeden žák se speciálními potřebami učení. Vzhledem k náročnosti tohoto tématu mu byla poskytována asistence ze strany autorky této práce i spolužáků. I přesto se jeho výsledky didaktických testů řadí mezi ty nejslabší. Stejně tak je jeden žák s diagnostikovanou poruchou pozornosti ve *Třídě 2*, vzhledem k absenci na části výuky a dvou ze tří didaktických testů však nebyly jeho výsledky ve výzkumu zahrnuty.

Před začátkem samotné výuky tématu stavby eukaryotické buňky a základů molekulární biologie byli žáci testováni na své prekoncepty didaktickým testem, což poskytlo cenné údaje o jejich počátečních znalostech a představách. Tento test ukázal, že většina žáků měla velmi omezené nebo nesprávné představy o struktuře a funkci buňky, což je v souladu s literaturou, která zdůrazňuje důležitost identifikace a nápravy prekonceptů pro efektivní výuku (Vosniadou, 1994). Z odpovědí žáků lze usoudit, že jejich znalosti o buňkách samotných pocházejí z výuky prvouky na prvním stupni. Informace o molekule DNA zase většina žáků, kteří odpověděli na tuto otázku, získala z médií nebo populárně naučné literatury. Toto tvrzení plyne ze samotných odpovědí žáků, kteří často uváděli spojitost mezi DNA molekulou a identifikací pachatele trestných činů.

Po ukončení výuky byli žáci opět testováni, aby se zjistilo, jak efektivně si osvojili nové poznatky. Didaktický test nebyl předem zmíněn ani ohlášen. Jeho výsledky tak odpovídají znalostem, které žáci získali během samotných vyučovacích hodin.

Výsledky ukázaly výrazné zlepšení ve srovnání s prekoncepty. Naprostá většina žáků obou výzkumných skupin dokázala odpovědět na všechny otázky didaktického testu. Zadání výstupního testu bylo shodné se vstupním testem a sestávalo z šesti otevřených otázek. Takto koncipovaný didaktický test dal žákům prostor vyjádřit jejich znalosti.

Jak se ukázalo, žáci měli problém odpovídat v souvislých větách. Často se v odpovědích objevovaly pouze pojmy nebo vysvětlení v bodech. Zde se nabízí alterace didaktického testu, kdy se ke každé otázce doplní požadované množství pojmů nebo vět. Problematická byla i otázka č. 6, požadující vysvětlení důležitosti buňky v rozsahu jednoho odstavce. Zde žáci opět odpovídali často správně, ale pouze heslovitě namísto sepsání souvislého textu. Tyto poznatky odpovídají výsledkům výzkumů zabývajících se zhoršující čtenářskou gramotností (ČŠI, 2022/2023).

Jak ale grafy v textu jasně ukazují, žáci nejen že pochopili strukturu a funkce buňky, ale také si tyto znalosti dokázali dlouhodobě uchovat. To bylo potvrzeno třetím testem, který byl zadán zhruba tři měsíce po ukončení výuky. Ani tento didaktický test nebyl předem ohlášen z důvodu zachování maximální autentičnosti výsledků. Jak se ukázalo, většina žáků si udržela znalosti získané během výuky, což naznačuje, že použitý výukový materiál a metody byly účinné.

U řady žáků došlo k zachování bodového zisku nebo dokonce k nárůstu počtu bodů získaných v druhém výstupním testu v porovnání s prvním výstupním testem. Při bližší analýze pak vyplynulo, že se změnil počet bodů získaných u jednotlivých otázek. Po nahlédnutí do odpovědí jednotlivých žáků se ukázal důvod tohoto jevu. Bodové hodnocení kleslo zejména u otázky zaměřující se na expresi DNA. Menší pokles byl pak zaznamenán u otázky přímo na funkce a umístění DNA. Tyto informace nebyly výslovně použity v žádném dalším tématu vyučovaném během tříměsíčního časového odstupu.

Výrazný nárůst bodového zisku se ale objevil u otázek, které cílí na ověření chápání souvislostí tohoto učiva v širších biologických kontextech. Na otázku o souvislosti buněk

s tkáněmi a organismy odpověděli všichni žáci. Bodový nárůst byl u otázky přesto, že tato informace byla s žáky diskutovaná již během výuky tématu buňky a jejich funkcí. Během výuky přírodopisu mezi výstupními didaktickými testy měli žáci zařazeno právě téma přechodu od jednobuněčných organismů k mnohobuněčným. Fakt, že návaznost těchto témat pozitivně ovlivnilo chápání problematiky i paměť žáků, je v souladu s tvrzením Nováčkové (2023), že návaznost informací na již známá fakta usnadňuje proces učení. Podobný jev byl pozorovatelný u odpovědí týkajících se procesů probíhajících v buňkách a jejich významu. Žáci často navazovali na informace z učiva stavby buňky, ale také na učivo týkající se prvků, tedy jednobuněčných organismů. Zde je vidět, že žáci uměli využít novější poznatky z dalších vyučovaných kapitol a dát je do souvislosti s předchozím učivem týkajícím se pouze buněčné biologie.

Porovnání výsledků z grafů ukazuje vysoké průměrné skóre didaktických testů žáků v experimentální skupině, ale také menší variabilitu výsledků, což naznačuje, že aktivizující metody byly účinné pro široké spektrum žáků. Zde je ale důležité zohlednit nízký počet testovaných žáků, způsobený nízkým počtem žáků v jednotlivých třídách.

Výsledky tohoto výzkumu jsou v souladu s literaturou, která zdůrazňuje význam aktivního zapojení žáků do výuky a použití různorodých výukových metod pro zlepšení pochopení a uchování učiva (Prensky, 2010; Maňák & Švec, 2003). Výzkum rovněž ukazuje, že zapojení didaktických her a praktických činností může významně zvýšit motivaci žáků a usnadnit pochopení složitých konceptů (Kalhous & Obst, 2002).

Celkově lze říci, že výzkum potvrdil účinnost aktivizujících metod a nově vytvořeného výukového materiálu pro výuku základů biologie buňky. Tyto metody nejen zlepšily okamžité pochopení učiva, ale také zajistily jeho dlouhodobé uchování, což je klíčové pro další studium biologie a příbuzných vědních oborů. Výsledky tohoto výzkumu mohou sloužit jako základ pro další výzkum a vývoj efektivních výukových strategií pro složitá biologická témata.

7. Závěr

V rámci této diplomové práce byly provedeny výzkumné aktivity zaměřené na identifikaci prekonceptů žáků 6. třídy základní školy týkajících se stavby buňky, na vytvoření a implementaci výukového materiálu a na ověření efektivity tohoto materiálu prostřednictvím testů znalostí žáků před a po výuce a po uplynutí tří měsíců. Výsledky byly analyzovány a diskutovány z hlediska jejich relevance a přínosu pro vzdělávací proces.

Na základě výsledků výzkumu lze konstatovat, že aktivizující metody výuky a didaktické hry jsou efektivními nástroji pro výuku složitých biologických konceptů, jako je stavba a funkce buňky. Tyto metody nejenže zlepšují porozumění a zapamatování si učiva, ale také zvyšují motivaci a zapojení žáků do procesu učení.

Pro další výzkum a praxi ve výuce přírodopisu na základních školách se doporučuje pokračovat v implementaci aktivizujících metod a didaktických her zejména u náročného učiva. Učitelé by měli být školeni v použití těchto metod a měli by mít přístup k moderním výukovým materiálům a technologiím, které podporují aktivní učení.

Dále by bylo vhodné provést další výzkumy, které by zkoumaly dlouhodobé účinky těchto metod na učení a porozumění žáků v dalších kritických tématech výuky přírodopisu a biologie. Výsledky tohoto výzkumu mohou sloužit jako základ pro další inovace a zlepšení výuky přírodních věd na základních školách.

Celkově tato diplomová práce přináší cenné poznatky o efektivních metodách výuky biologie na základních školách a potvrzuje význam aktivního zapojení žáků do procesu učení. Výsledky výzkumu ukazují, že správně navržené a implementované výukové materiály mohou výrazně zlepšit porozumění a zapamatování složitých biologických konceptů a přispět k rozvoji kritického myšlení a přírodovědné gramotnosti u žáků.

Seznam odborné literatury

Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2002). *Molecular Biology of the Cell*. 4th edition. New York: Garland Science.

Anderson, C.W., Sheldon, T.H., & Dubay, J. (1987). *The Effects of Instruction on College Nonmajors*. Dostupné na: <https://edwp.educ.msu.edu/research/wp-content/uploads/sites/10/2020/11/rs164.pdf>

Berg, J. M., Tymoczko, J. L., & Stryer, L. (2002). *Biochemistry*. 5th edition. New York: W.H. Freeman and Company.

Bílkoviny, viscojis.cz, Dostupný na: <https://www.viscojis.cz/index.php/vyziva-a-zdravi/energie-a-ziviny/123-bilkoviny-tuky-sacharidy/1008-bilkoviny>

Brookhart, S. M. (2013). *How to Create and Use Rubrics for Formative Assessment and Grading*. Alexandria, VA: ASCD. Dostupné na: [https://www.geocities.ws/bdktraining/pdfkur/How%20to%20Create%20and%20Use%20Rubrics%20for%20Formative%20Assessment%20and%20Grading%20\(%20PDFDrive%20\).pdf](https://www.geocities.ws/bdktraining/pdfkur/How%20to%20Create%20and%20Use%20Rubrics%20for%20Formative%20Assessment%20and%20Grading%20(%20PDFDrive%20).pdf)

Cornell University, Ithaca.

ČŠI. Tematická zpráva – Čtenářská gramotnost na základních a středních školách ve školním roce 2022/2023, Dostupné na: https://www.csicr.cz/CSICR/media/Elektronicke-publikace/2024/TZ_Ctenarska_gramotnost/html5/index.html?pn=1

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), s. 5-12. Dostupné na: https://lab-fe.pre.aegean.gr/downloads/articles/Driver_Constructionofscikn.pdf

Fisher, R., Williams, R. (2020). Visual Learning and Biological Structures. *Journal of Biological Education*, 54(2), 123-135.

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science,

engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(23), 8410-8415.

Grecmanová, H., Urbánková, E. 2007. Aktivizační metody ve výuce, prostředek ŠVP. Hanex. Olomouc.

Grunwald, T. (2003). Teaching the Net-Generation. In: Trnová, E. a kol. (2016). Moderní trendy ve výuce. Praha: Grada, str. 35.

Hravý přírodopis 6. Vyd. 1. Praha: Taktik, 2017. 128 s. ISBN 978-80-7563-051-7.

Cheesman, J. (2006). Using Comics in Education. Dostupné na:
<https://www.teacherspayteachers.com/Browse/Search:science%20comics/PreK-12-Subject-Area/Science> [cit. 2017-07-02].

Chráska, M. (2016). Metody pedagogického výzkumu. Praha: Grada.

Chráska, M. Didaktické testy. Brno: Paido, 1999

Chráska, M. Metody pedagogického výzkumu. Praha : Grada, 2007.

Kalhous, Z. – Obst, O. Školní didaktika. Praha : Portál, 2002.

Knight, J. K., & Wood, W. B. (2005). Teaching More by Lecturing Less. Cell Biology Education, 4(4), 298-310.

Kosíková, V. (2011), Psychologie ve vzdělávání a její psychodidaktické aspekty, Praha; Grada

Maňák, J., & Švec, V. (2003). Výukové metody. Brno: Paido, str. 45-48.

Maňák, J., Švec, V. (2003). Výukové metody. Brno: Paido. ISBN 80-7315-013-3, s. 112.

Maňák, J., Švec, V. (2003). Výukové metody. Brno: Paido. s. 45-67.

Maňák, J., Švec, V. Výukové metody. Brno: Paido, 2003

Marzano, R. J. (2001). Classroom Instruction That Works: Research-Based Strategies for Increasing Student Achievement. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development. Dostupné na:
https://leilehuamentorprogram.weebly.com/uploads/1/6/5/6/16563028/classroom-instruction-that-works_pdf.pdf

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT). (2022). Revize RVP ZV 2021. Praha: MŠMT.

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT). (2023). Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. Praha: MŠMT. s. 73–74.

Mojžíšek, L. Vyučovací metody. Praha : SPN, 1998.

na učení o přírodě. In A. Nohavová, I. Stuchlíková (Eds.), Kritická místa kurikula ve

Národní pedagogický institut České republiky (2023). Standardy RVP ZV. Dostupné na: <https://archiv-nuv.npi.cz>

National Research Council. (1996). National Science Education Standards. Washington, DC: The National Academies Press, s. 20-25. Dostupné na: <https://resources.finalsite.net/images/v1610568465/k12albemarleorg/i1prnwcr4kpfnkvp swia/4962.pdf>

Nováčková, J. (2023). Jak funguje mozek při procesu učení. Dostupné na: <https://www.ucenibezucebnic.cz/index.php?id=573>

Novotný, P. (2015). Moderní přístupy ve výuce biologie. Praha: Academia. ISBN 80-200-2530-5, s. 85.

Pavlíček, M. (2018). Využití animací ve výuce přírodních věd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 80-244-5281-0, s. 124.

Pedagogická fakulta.

Pelikánová I., Čabradová V., Hasch F., Sejpka J., Šimonová P. (2021), Přírodopis 6 – nová generace, Praha, 2. vydání, Fraus, str. 22 – 23.

Petty, G. (2009). Moderní vyučování. Praha: Portál.

Piaget, J. (1972). The Principles of Genetic Epistemology.

Podroužek, L. Integrovaná výuka na základní škole. Plzeň: Fraus, 2002. ISBN 80-7238-157-1.

Prensky, M. Teaching Digital Natives: Partnering for Real Learning. Thousand Oaks: Corwin Press, 2010, s. 145.

Průcha, J. (2009). Pedagogická encyklopedie. Portál, s. r. o.

Průcha, J. (2010). Pedagogický slovník. Praha: Portál.

PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., & MAREŠ, J. (2013). Pedagogický slovník. 7. aktualizované vydání. Portál.

Přírodopis 1. Vyd. 1. Praha: Scientia, 2016. 134 s. ISBN 978-80-86960-58-6.

Přírodopis pro 6. ročník. Vyd. 1. Plzeň: Fraus, 2021. 120 s. ISBN 978-80-7489-315-1.

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, 2017. Dostupné z:
<https://msmt.gov.cz/file/41216/>

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, 2021. Dostupné z:
<file://ad.zsdreb.cz/USERS/krauve/Downloads/Opatreni-PM-RVP-ZV-2021-komplet-web-informatika.pdf>

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. [online]. Praha: MŠMT, 2023. 164 s. Dostupné z: <https://www.edu.cz/wp->

Rokos, L., Pokorná, V., & Petr, J. (2021). Kritická místa v obsahových okruzích zaměřených

Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics.

Skalková, J. Obecná didaktika. Praha : Grada, 2006.

Školní vzdělávací program, ZŠ a MŠ Edvarda Beneše, Praha – Čakovice, s. 198. Dostupné na: https://www.zsčakovice.cz/sites/default/files/dokumenty/svp_2022_2023_0.pdf

Trnová, E. a kol. (2016). Moderní trendy ve výuce. Praha: Grada, str. 30-35.

Vágnerová, P., Benediktová, L., Kout, J. 2018. Kritická místa ve výuce přírodopisu na ZŠ. Arnica 8, 1, 56–62. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň. ISSN 1804-8366. Dostupné na: https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/33907/1/Arnika_2018_1-7_Vagnerova-Benediktova-Kout-web.pdf

Vosniadou, S. (1994) 'Capturing and modeling the process of conceptual change', Learning and instruction, 4(1), pp. 45–69

vybraných vzdělávacích oborech (s. 17–34). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,

Vygotskij, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*.

Výzkumný Ústav Pedagogický V Praze, Časté dotazy k RVP ZV, Dostupné na:
<https://clanky.rvp.cz/clanek/o/z/411/RVP-ZV.html>

Výživa ve výchově ke zdraví – výukový program pro pedagogy, MŠMT, Dostupný na:
<https://msmt.gov.cz/vzdelavani/zakladni-vzdelavani/vyziva-ve-vychove-ke-zdravi-vyukovy-program-pro-pedagogy>

Watson, J. D., Baker, T. A., Bell, S. P., Gann, A., Levine, M., & Losick, R. (2004). *Molecular Biology of the Gene*. 5th edition. San Francisco: Benjamin Cummings.

White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. London: Falmer Press, s. 60-65. Dostupné na: <https://www.scribd.com/document/395367165/Probing-Understanding>

Zamora, S. E., & Guerra, M. (1993). Misconceptions about cells. – In 3rd International

Seznam příloh

Příloha 1 – Didaktický test – vstupní, výstupní test 1, výstupní test 2

Příloha 2 – Výuková prezentace – stavba eukaryotické buňky

Příloha 3 – Pracovní list – stavba eukaryotické buňky

Příloha 4 – Aktivita – Funkce buněčných organel

Příloha 5 – Pracovní list – DNA, bílkoviny, dělení buněk

Příloha 6 – Didaktická hra – genová exprese a tvorba bílkovin

Příloha 7 – Komiks

Seznam obrázků

Obrázek č.1: zdroj www.canva.com, úprava dílem autorky

Obrázek č. 2: Rostlinná buňka vytvořená žáky 6. ročníku během vyučovací hodiny, foto autorka

Seznam tabulek

Tabulka č. 1, Celkový počet bodů získaných žáky Třídy 1 ve Vstupním testu, Výstupním testu 1 a Výstupním testu 2

Tabulka č. 2, Celkový počet bodů získaných žáky Třídy 2 ve Vstupním testu, Výstupním testu 1 a Výstupním testu 2

Seznam grafů

Graf č.1, Výsledky vstupního testu ve Třídě1 a ve Třídě2

Graf č. 2, Bodové výsledky žáků Třídy 1 u jednotlivých otázek didaktického testu

Graf č. 3, Bodové výsledky žáků Třídy 2 u jednotlivých otázek didaktického testu

Graf č. 4, Výsledky výstupního testu 1 ve Třídě 1 a Třídě 2

Graf č. 5, Bodové výsledky žáků Třídy 1 u jednotlivých otázek Výstupního testu 1

Graf č. 6, Bodové výsledky žáků Třídy 2 u jednotlivých otázek Výstupního testu 1

Graf č. 7, Výsledky výstupního testu 2 ve Třídě 1 a Třídě 2

Graf č. 8, Bodové výsledky žáků Třídy 1 u jednotlivých otázek Výstupního testu 2

Graf č. 9, Bodové výsledky žáků Třídy 2 u jednotlivých otázek Výstupního testu 2