

Univerzita Karlova

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Chemie

Studijní obor: Učitelství chemie pro střední školy



Jaroslav Stránský

Nové materiály pro podporu výuky biochemie na SŠ

New educational materials for education in biochemistry at secondary schools

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Školitel: doc. RNDr. Václav Martínek, Ph.D.

Praha, 2021

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. RNDr. Václava Martínka, Ph.D. a s použitím odborné literatury, jakož i dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v Seznamu použitých pramenů na konci práce.

Dále prohlašuji, že tištěná i elektronická verze této diplomové práce jsou shodné a že nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

Tato diplomová práce nebo její podstatná část nebyly předloženy k získání jiného ani stejného akademického titulu.

Praha-Kunratice, 3. srpna 2021

Poděkování:

Poděkování patří doc. RNDr. Václavu Martínkovi, Ph.D., který se zhostil role školitele této diplomové práce a po celou dobu její tvorby ochotně poskytoval svůj čas ke konzultacím nad různými náměty, konstruktivně práci připomínkoval a nadto přispíval cennými podněty, jež tuto diplomovou práci posunovaly kupředu.

Vřelý dík si zaslouží též RNDr. Luděk Míka, Ph.D., a to zejména za instruktáž k ovládnání programu Netfabb a za pomoc s přípravou 3D tisku modelu enzymu na práškové tiskárně.

ABSTRAKT

Biochemie je oborem, se kterým se středoškolští žáci setkávají zpravidla až na samotném konci výuky předmětu chemie — tedy ve třetím nebo čtvrtém ročníku. To s sebou přináší několik úskalí: Mimo jiné už často pro biochemii nezbývá tolik času jako na ostatní chemické disciplíny, a tak se náplň učiva omezuje jen na výčet nejdůležitějších informací bez vzájemných souvislostí či vztahů ke každodennímu životu. V posledních ročnících studia už je také mnoho žáků rozhodnutých, zda se chemii chtějí věnovat i v budoucnu, nebo ne, a pro učitele je tak stále těžší hledat témata, která by žáky, a to zejména ty, již po absolvování střední školy chtějí s chemií nadobro skončit, dokázala motivovat k učení a aktivní práci v hodinách.

K řešení situace se snaží přispět tato diplomová práce. V její první části jsou rozebrána teoretická východiska utvářející rámec pro části navazující: Analýzu vybraných učebnic, provedenou za účelem zmapování aktuálního stavu výuky biochemie na českých školách, a tvorbu nových didaktických materiálů, které současné učebnice doplní a učivo představí přehledně, srozumitelně a v souvislostech. Poslední část diplomové práce čtenáře seznámí s výsledky použití vytvořených materiálů v praxi při výuce na školách.

KLÍČOVÁ SLOVA: Biochemie, didaktické materiály, analýza učebnic, učební texty, interaktivní vizualizace molekul, 3D tisk.

ABSTRACT

Biochemistry is usually the last taught discipline of chemistry. In the Czech Republic, grammar school students study biochemistry during the third or fourth grade. This can sometimes cause problems because there is often little time left for biochemistry when compared to other chemical disciplines. The content of the biochemical curriculum is often limited only to memorization of the most important facts and there is no time enough to point out the important relationships of biochemistry to everyday life. In the last year of study, many students have already decided whether or not to study chemistry in the future and it is then difficult to find some topics that would attract the attention of those who do not want to continue studying chemistry.

This thesis is focused on the solving this situation. The first part gives an overview on the theoretical background, which forms the framework for the following parts — Analysis of selected textbooks, which was done to map the current state of teaching biochemistry in Czech schools, and Creation of new didactic materials that can complement current textbooks and help teachers explain the basics of biochemistry more clearly and in the context of contemporary everyday life. The last part of this diploma thesis summarizes the experiences with use of the newly created materials and models during their evaluation at four cooperating schools.

KEYWORDS: Biochemistry, didactic materials, schoolbooks analysis, learning texts, interactive visualization of molecules, 3D print.

[in Czech]

OBSAH

1.	CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	9
2.	TEORETICKÝ ÚVOD — DIDAKTIKA	10
2.1	Biochemie v kontextu českého školství.....	10
2.1.1	Požadavky na výuku biochemie vyplývající z RVP G	10
2.1.2	Současný stav výuky biochemie na vybraných školách	11
2.2	Středoškolské učebnice (bio)chemie.....	12
2.2.1	Vymezení pojmu „učebnice“ v ČR, metody analýzy učebnic	12
2.2.2	Závěry dříve provedených analýz, současná úskalí učebnic (bio)chemie pro střední školy .	13
2.3	Metody výuky.....	14
3.	TEORETICKÝ ÚVOD — CHEMIE	16
3.1	Enzym glycerinaldehyd-3-fosfátdehydrogenasa.....	16
3.1.1	Reakční mechanismus GA-3P DH a příklady inhibice.....	18
3.2	Enzym triosafosfátisomerasa	19
4.	PRAKTICKÁ ČÁST — METODY	20
4.1	Použitá metodika analýzy učebnic	20
4.1.1	Výběr učebnic k analýze	22
4.2	Příprava studijních textů.....	23
4.3	Tvorba vizualizačních pomůcek	24
4.3.1	Použitý software	24
4.3.2	Vizualizace na obrazovce počítače či mobilního telefonu	24
4.3.3	Příprava na 3D tisk.....	26
4.3.4	Úpravy povrchu enzymu před tiskem	26
4.3.5	Úpravy ligandů před tiskem.....	27
4.3.6	Parametry 3D tisku a úpravy modelů po vytisknutí.....	27
4.4	Ověření kvality vytvořených materiálů ve školní praxi.....	28
4.4.1	Učební texty.....	28
4.4.2	Vizualizační pomůcky.....	29
5.	PRAKTICKÁ ČÁST — VÝSLEDKY.....	30
5.1	Analýza učebnic	30
5.1.1	Chemie pro čtyřletá gymnázia 3. díl	30
5.1.2	Přehled středoškolské chemie	31
5.1.3	Chemie v kostce II — organická chemie a biochemie.....	31

5.1.4	Chemie pro střední školy	33
5.1.5	Odmaturuj z chemie	33
5.1.6	Biochemie pro studenty středních škol a všechny, které láká tajemství živé přírody	34
5.1.7	Chemie pro každého — rychlokurz chemie	35
5.2	Vlastní studijní texty	36
5.3	Vizualizační pomůcky — modely enzymů	39
5.3.1	Interaktivní vizualizace	39
5.3.2	Model GA-3P DH z 3D tiskárny	41
5.3.3	Pracovní listy k 3D modelům a vizualizacím	48
5.4	Nasazení vytvořených didaktických materiálů do školní praxe	49
5.4.1	Studijní texty — Gymnasium Botičská (plně distanční výuka)	49
5.4.2	Studijní texty — Gymnasium Josefa Jungmanna v Litoměřicích	55
5.4.3	Studijní texty — Arcibiskupské gymnasium, Praha 2	56
5.4.4	Vizualizace a 3D model GA-3P DH — Gymnasium dr. A. Hrdličky v Humpolci	58
6.	DISKUSE	59
7.	ZÁVĚR	61
	SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ	62
	SEZNAM PŘÍLOH	67

SEZNAM ZKRATEK

1,3-BPG	1,3-bisfosfoglycerát
DHA-P	dihydroxyacetonfosfát
DSV	Discovery Studio Visualiser
GA-3P	glyceraldehyd-3-fosfát
GA-3P DH	glyceraldehyd-3-fosfátdehydrogenasa
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
NAD ⁺ / NADH + H ⁺	nikotinamidadeninukleotid oxidovaná / redukována forma
P _i	anorganický fosfát, přesněji hydrogenfosforečnanový aniont (z angl. „phosphate inorganic“)
PDB	Proteinová databanka
PřF UK	Přírodovědecká fakulta University Karlovy
RVP	rámcový vzdělávací program
RVP G	rámcový vzdělávací program pro gymnasia
RVP GSP	rámcový vzdělávací program pro gymnasia se sportovní přípravou
RVP SOV	rámcové vzdělávací programy středního odborného vzdělávání
RVP ZV	rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání
ŠVP	školní vzdělávací program
TPI	triosafosfátisomerasa

1. CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Tato práce si klade za cíl vytvořit didaktické materiály zaměřené na vybraná témata středoškolské biochemie. Naplnění vytyčeného cíle je podmíněno následujícími dílčími kroky:

- provedení analýzy učiva biochemie ve středoškolských učebnicích chemie dostupných a používaných v České republice;
- příprava studijních textů, případně výukových prezentací, které se budou týkat běžně probíraného učiva středoškolské biochemie a doplní současné učebnice;
- zhotovení materiálních didaktických prostředků, které napomohou lépe vizualizovat děje probíhající při činnosti enzymů;
- ověření kvality vytvořených materiálů v praxi.

Vzhledem k vynucenému přechodu škol na distanční výuku od 11. 3. 2020 z důvodu pandemie nemoci covid-19 byl v průběhu práce zformulován ještě další dílčí cíl, a sice:

- zohlednit možnost použití materiálů i při distanční či hybridní formě výuky.

2. TEORETICKÝ ÚVOD — DIDAKTIKA

2.1 Biochemie v kontextu českého školství

Podobu výuky na školách v České republice v současnosti vymezuje zákon č. 561/2004 Sb. (nazývaný též „školský zákon“), jenž nabyl účinnosti dne 1. 1. 2005. Dle § 3 odst. 1 tohoto zákona se pro každý obor vzdělání v základním a středním vzdělávání, jakož i pro vzdělávání předškolní, základní umělecké a jazykové, vydávají **rámcové vzdělávací programy (RVP)**, které stanovují povinný obsah, rozsah a podmínky daného vzdělávání [1].

S účinností od 1. 9. 2005 tak Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT) schválilo Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV), později přibyly také Rámcový vzdělávací program pro gymnasia (RVP G), Rámcový vzdělávací program pro gymnasia se sportovní přípravou (RVP GSP) a Rámcové vzdělávací programy středního odborného vzdělávání (RVP SOV) [2,3]. S ohledem na zaměření této diplomové práce již budou dále rozvíjena pouze východiska plynoucí z RVP G.

Vzdělávání na jednotlivých školách se pak realizuje podle **školních vzdělávacích programů (ŠVP)**. ŠVP si vytváří každá škola sama, a to na základě svého zaměření, vlastní filosofie výuky, avšak především v souladu se zásadami příslušného RVP [4,5].

2.1.1 Požadavky na výuku biochemie vyplývající z RVP G

V RVP G je vzdělávací obsah rozdělen do osmi vzdělávacích oblastí tvořených několika tematicky si blízkými předměty [2,4]. Chemie podle této koncepce spadá do vzdělávací oblasti Člověk a příroda, společně s fyzikou, biologií, geografii a geologií. Zároveň je zde chemie rozčleněna na čtyři podobory (Obecná chemie, Anorganická chemie, Organická chemie a Biochemie). V části věnované biochemii pak RVP G od žáků očekává následující výstupy:

- „Žák objasní strukturu a funkci sloučenin nezbytných pro důležité chemické procesy probíhající v organismech;
- žák charakterizuje základní metabolické procesy a jejich význam“ [4].

Předpokládá se přitom, že žákům bude představeno učivo týkající se:

- lipidů;
- sacharidů;
- proteinů;
- nukleových kyselin;
- enzymů, vitamínů a hormonů [4].

Učivo biochemie je v RVP G rovněž částečně provázáno s další vzdělávací oblastí, Člověk a zdraví, kde žáci mohou osvojené poznatky aplikovat — např. při studiu učební látky Zdravá výživa [4].

2.1.2 Současný stav výuky biochemie na vybraných školách

Jak vyplývá ze ŠVP vybraných fakultních škol Přírodovědecké fakulty University Karlovy (PřF UK), Gymnasia Botičská [6], Gymnasia Jaroslava Heyrovského [7] a Slovanského gymnasia Olomouc [8], zařazuje se biochemie zpravidla na samotný konec výuky předmětu chemie coby jeden z posledních tematických celků. V případě Gymnasia Botičská a Gymnasia Jaroslava Heyrovského je řeč o třetím ročníku čtyřletého studia (v posledním ročníku studia se na těchto školách chemie vyučuje pouze formou volitelného semináře) [6,7]; žáci Slovanského gymnasia Olomouc se pak k biochemii dostávají až před maturitou [8].

K výuce biochemických témat tedy školy přistupují teprve po probrání všech ostatních chemických disciplín. Lze tedy předpokládat, že žáci do kontaktu s biochemií již přicházejí vybaveni dostatečnými oborovými znalostmi. Nemusí-li se pak učitel neustále vracet k vysvětlování základních oborových pojmů, jako je tomu v ročnících, kdy se s těmito pojmy žáci setkávají poprvé, může vzniknout představa, že z didaktického hlediska nebude výuka biochemie pro učitele něčím obtížným. Oč jednodušší pozici však učitel může mít díky předchozím znalostem žáků, o to větší nároky jsou na něj kladeny po stránce motivační. Výsledky výzkumu provedeného Filosofickou fakultou brněnské Masarykovy University [9] totiž dokládají, že s rostoucím věkem žáků narůstá i potřeba dokázat si před samotným učením zodpovědět otázky typu „*K čemu mi zrovna tohle bude?*“ Pakliže se žákům nedostává uspokojivé reakce, jejich motivace k učení signifikantně klesá [9]. Motivace žáků proto bude jedním z aspektů akcentovaných během realizace praktické části diplomové práce.

2.2 Středoškolské učebnice (bio)chemie

2.2.1 Vymezení pojmu „učebnice“ v ČR, metody analýzy učebnic

Dnešní doba plná nejrůznějších podnětů a moderních vymožeností vybízí k otázce, jakou úlohu vlastně hrají učebnice v edukačním procesu. Nejsou již pouze archaickým přežitkem z minulosti? Těmito myšlenkami se zabýval Klečka ve své disertační práci [10], kde následně předložil argumenty, které roli učebnic i v současné době obhajují.

Školský zákon [1] nicméně nedefinuje, jaké parametry má učebnice splňovat, abychom ji učebnicí vůbec mohli nazývat. V § 27 pouze uvádí, že učebnice, popř. učební texty, jež budou v souladu s cíli vymezenými v RVP, mohou dostat doložku MŠMT. Zároveň se tamtéž píše, že školy mohou používat i učebnice bez doložky (nejsou-li v rozporu se Školským zákonem a s RVP) [1], čímž tato doložka pozbývá hlubšího významu. O něco konkrétnější informace přináší znění ministerské směrnice z roku 2013 [11], kde je doslovně uvedeno: „*Za učebnice jsou považovány didakticky zpracované texty a grafické materiály, které:*

- *umožňují dosažení očekávaných výstupů vzdělávacích oborů vymezených rámcovými vzdělávacími programy a využití tematických okruhů průřezových témat k rozvoji osobnosti žáka vymezených rámcovými vzdělávacími programy a směřují k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí žáků;*
- *svým obsahem a zpracováním nejsou určeny ke znehodnocení jedním žákem pro další použití (například psaním, kreslením nebo rozstříháním)“ [11].*

Jinými slovy řečeno: každý, kdo chce, může si vytvořit didakticky zpracované texty a materiály reflektující požadavky příslušných RVP, tyto texty či materiály publikovat a prohlásit je za učebnici. To umožňuje, aby se na trh dostaly i méně kvalitní tituly, a proto je zapotřebí učebnice analyzovat. Metody, jak lze analýzu provádět, blíže popisuje Klečka ve své disertační práci [10]. Konkrétně jde o:

- hodnocení učebnice pomocí rastru;
- hodnocení didaktické vybavenosti učebnice;
- analýzu obtížnosti textu (dle Pisareka);

- zjišťování srozumitelnosti textu (dle Mistríka);
- hodnocení učebnice z hlediska rozsahu (= množství textových informací připadajících na vyučovací jednotku);
- stanovení komplexní míry obtížnosti textu;
- hodnocení obrazové stránky učebnice [10].

Jak však Klečka dále uvádí, momentálně neexistuje žádná jednotná metodika, na jejímž základě by bylo možné o kvalitě konkrétní učebnice jednoznačně rozhodnout [10]. Do úvahy přichází rovněž možnost vytvořit si vlastní hodnotící kritéria, více přizpůsobená účelu prováděné analýzy. Tak např. Roštejnská se v rámci své disertační práce [12] zaměřila na sledování výskytu vybraných biochemických pojmů.

Vlastní kritéria si pro hodnocení učebnic vymezila také Kudrnová [13], která posuzovala:

- vizualizační prvky (= grafika, členění textu, doplňující obrázky apod.);
- systém uspořádání učiva (je-li řazeno podle stoupající náročnosti);
- vztah učiva k běžnému životu;
- mezipředmětové vztahy;
- přítomnost nadstavbového učiva a zajímavostí;
- dostatek motivačních a ověřovacích otázek, úkolů a laboratorních pokusů.

2.2.2 Závěry dříve provedených analýz, současná úskalí učebnic (bio)chemie pro střední školy

Podle závěrů, jež učinila Kudrnová [13], patří k největším úskalím českých středoškolských učebnic chemie nevyhovující grafické zpracování (jmenovitě zmiňuje kupř. příliš stěsnaný a nepřehledný text; častým nedostatkem má být též černobílý tisk) a absence propojení učiva s běžným životem (např.: *„Automaticky se navazuje na znalosti studenta o bílkovinách ze ZŠ, bez připomínky, v čem jsou bílkoviny obsaženy a proč jsou důležitou složkou naší potravy. Stejně tak se v textech vyskytují minimální zmínky o nemocech, které jsou způsobeny nedostatkem bílkovin v potravě...“*). Na druhou stranu však práce Kudrnové vyzdvihuje množství nadstavbového učiva a zařazení opakovacích otázek, úkolů a laboratorních pokusů, třebaže i tato positiva limituje výše diskutované grafické provedení [13].

S kritikou Kudrnové v zásadě souzní taktéž Fendrychová [14], která učebnicím navíc vytýká až přílišnou orientaci na zapamatování fakt namísto porozumění a mimo to by zjevně uvítala mnohem více obrazového materiálu.

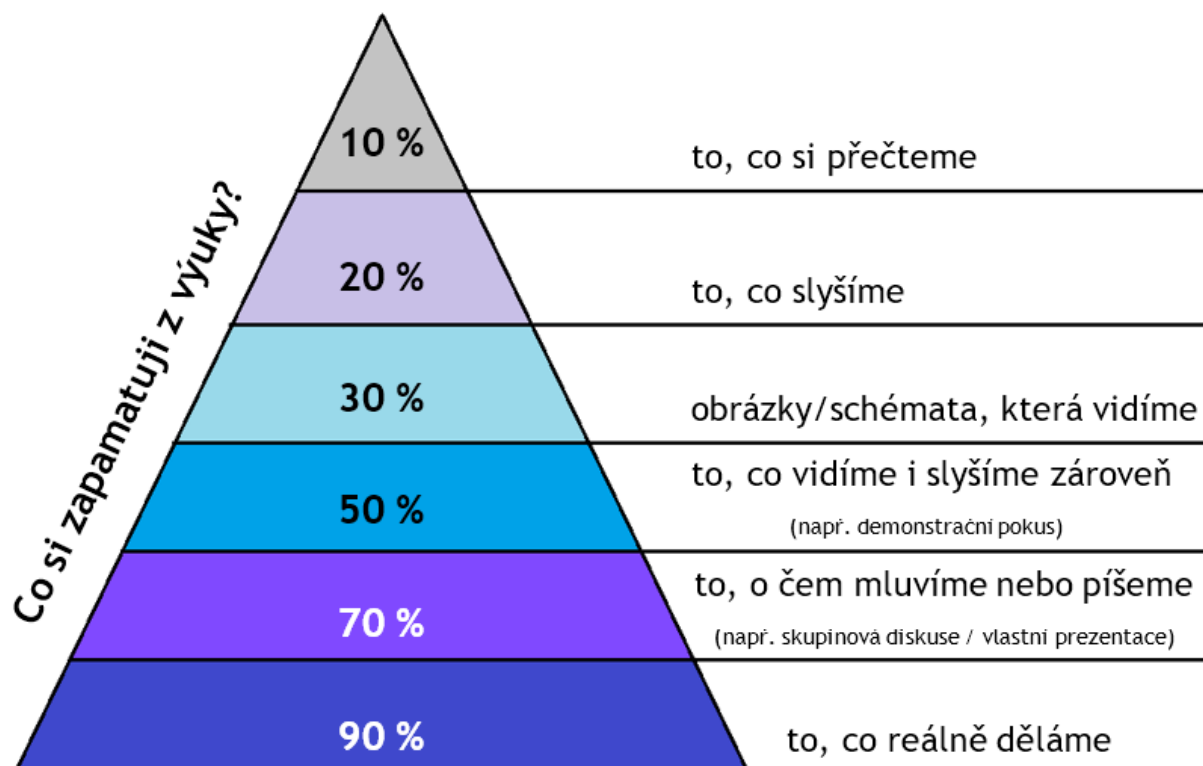
Dříve provedené analýzy učebnic také potvrzují tezi uvedenou na str. 13, že momentálně neexistuje žádná jednotná metodika, na jejímž základě by bylo možné o kvalitě konkrétní učebnice jednoznačně rozhodnout, převzatou z práce Klečky [10], neboť zatímco např. Roštejnská [12] vnímá jednu z hodnocených učebnic, Chemie pro střední školy [15], jako jednu z nejlépe didakticky zpracovaných, v hodnocení Fendrychové [14] se řečená učebnice umístila až na šestém místě z celkem deseti hodnocených publikací.

2.3 Metody výuky

Metodou výuky se rozumí „*způsob záměrného uspořádání činnosti učitele i žáků, který směřuje ke stanoveným cílům*“ [16]. V publikaci autorů Maňáka a Švece, která je právě výukovým metodám věnovaná [17], můžeme najít následující rozdělení:

- metody klasické
 - » slovní (přednáška, výklad, vyprávění, rozhovor/diskuse, práce s textem...);
 - » názorně-demonstrační (předvádění a pozorování, práce s obrazem, instruktáž...);
 - » dovednostně-praktické (napodobování, laborování, experimentování apod.);
- metody aktivizující
 - » diskusní;
 - » heuristické — řešení problémů;
 - » situační;
 - » inscenační;
 - » didaktické hry;
- metody komplexní (někdy také nazývané jako *organizační formy vyučování* [16])
 - » frontální výuka;
 - » skupinová a kooperativní výuka;
 - » projektová výuka;
 - » a další [17].

Porovnáváním účinnosti výukových metod se zabýval Dale, který zkonstruoval model pyramidy učení. V něm zachycuje, kolik informací si jedinec dokáže uchovat v paměti přibližně dva týdny po samotném procesu vyučování, a to v závislosti na použité výukové metodě [18]. Daleův model pyramidy učení znázorňuje Obr. 1:



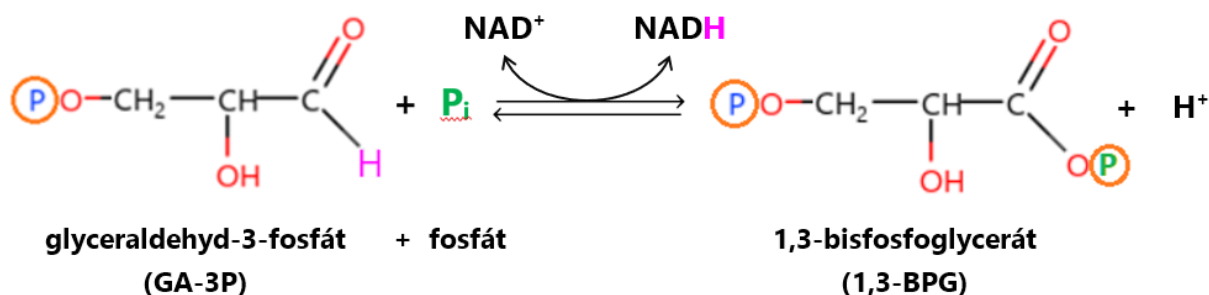
Obr. 1 Daleova pyramida učení. Zpracováno podle [18].

Jak je z obrázku patrné, metody, při nichž žáci vykazují více vlastní aktivity („to, co reálně děláme“), jsou v konečném měřítku přínosnější než ty metody, které vlastní aktivitu žáků tolik nevyžadují. Rovněž lze vyslovit názor, že ani sebelépe napsaný studijní text nemůže žákům mnoho nabídnout, bude-li zcela prost obrázků, schémat či ilustrací. I těmto poznatkům bude věnována pozornost při realizaci praktické části diplomové práce.

3. TEORETICKÝ ÚVOD — CHEMIE

3.1 Enzym glycerinaldehyd-3-fosfátdehydrogenasa

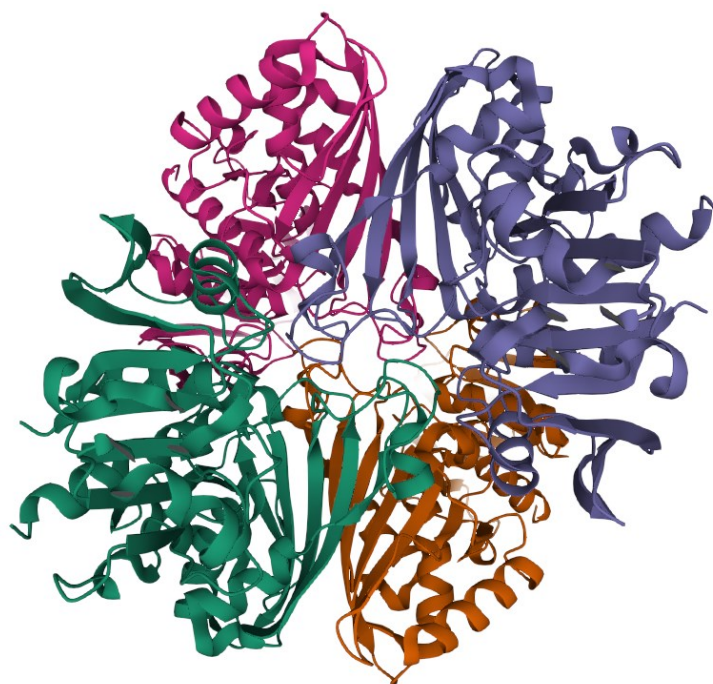
Glycerinaldehyd-3-fosfátdehydrogenasa (GA-3P DH) je enzym ze třídy oxidoreduktas, který katalyzuje vzájemnou přeměnu glycerinaldehyd-3-fosfátu (GA-3P) a 1,3-bisfosfoglycerátu (1,3-BPG) za účasti NAD^+ / $\text{NADH} + \text{H}^+$ jakožto kofaktorů (viz Obr. 2) [19,20]:



Obr. 2 Schéma reakce katalyzované činností GA-3P DH.

Řečená reakce je po energetické stránce jednou z nejdůležitějších reakcí glykolýzy — jde totiž o první část tzv. substrátové fosforylace, kdy dochází k inkorporaci anorganického fosfátu a ke vzniku prvního makroergického produktu glykolýzy [21]. To je umožněno tím, že enzym spojuje energeticky nevýhodnou tvorbu fosfoanhydridové vazby s energeticky výhodnou oxidací aldehydové skupiny, takže reakce je z energetického hlediska prakticky neutrální a substráty i produkty jsou blízko rovnovážného stavu [21,22].

GA-3P DH sestává ze čtyř identických podjednotek (viz Obr. 3 na str. 17), přičemž každá z nich má dvě domény — katalytickou a pro navázání kofaktoru [23,24].

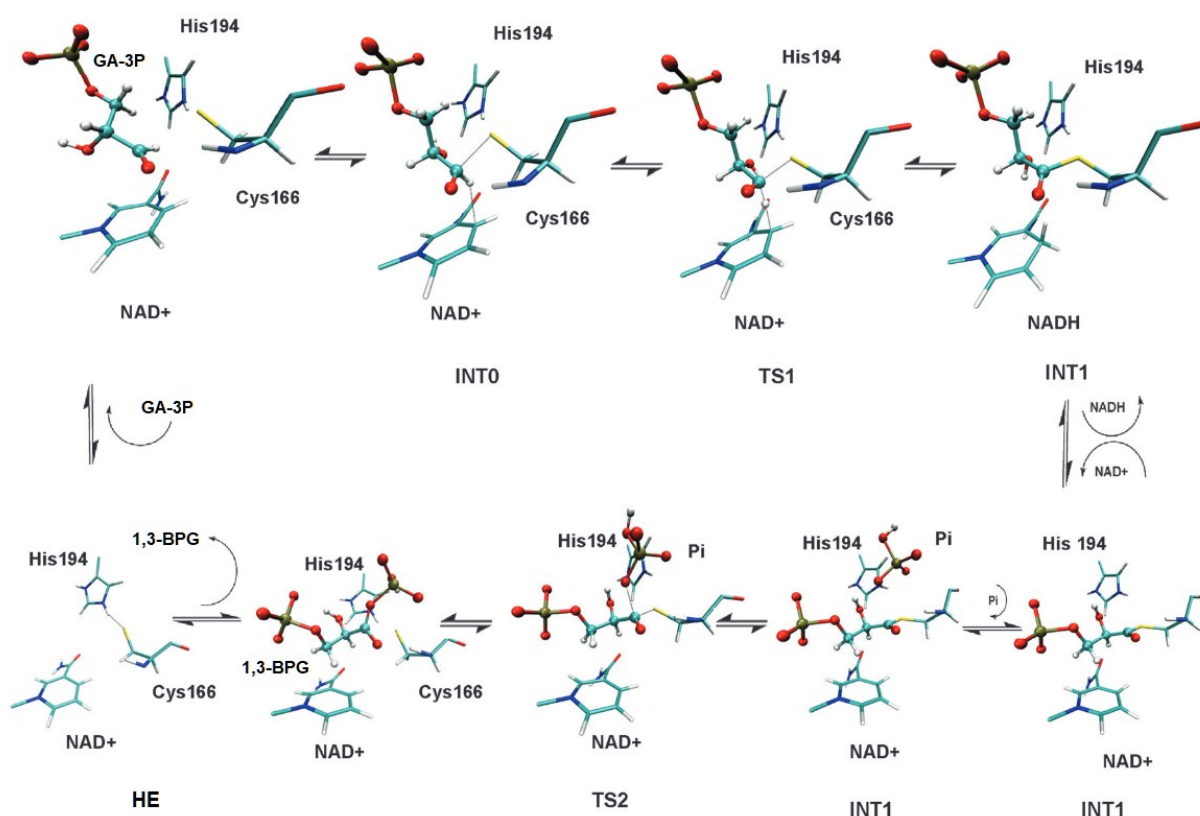


Obr. 3 Prostorová struktura tetrameru GA-3P DH s barevně rozlišenými podjednotkami. Převzato z [25].

3.1.1 Reakční mechanismus GA-3P DH a příklady inhibice

Po navázání NAD^+ a GA-3P do aktivního centra enzymu je reakce zahájena atakem disociované thioskupiny postranního řetězce cysteinu v aktivním centru na karbonylový uhlík GA-3P. Vzniklý kovalentní intermediát obsahující hemithiolátovou skupinu následně odevzdá hydridový aniont H^- kofaktoru NAD^+ a tím přechází v thioester.

Kofaktor NADH poté disociuje z aktivního centra a je nahrazen novou molekulou NAD^+ , která svým kladným nábojem na nikotinamidu stabilizuje negativní náboj meziprojektu vznikajícího v dalším kroku — nukleofilní atakou anorganického fosfátu na thioester. Nakonec dochází k zániku vazby C-S, vzniká 1,3-BPG a enzym se regeneruje [26]. Popsaný reakční mechanismus je zachycen na Obr. 4:



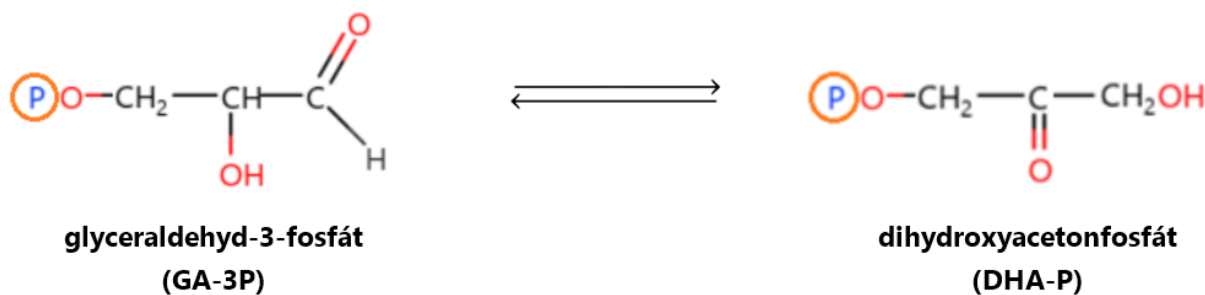
Obr. 4 Reakční mechanismus GA-3P DH. INTO a INT1 zde označuje intermediáty, TS1 a TS2 jsou transiční stavy a HE znázorňuje formu holoenzymu. V obrázku jsou rovněž označeny aminokyselinové zbytky podílející se na reakci: His194 (= histidin 194) a Cys166 (= cystein 166). Číselné označení aminokyselinových zbytků platí pro organismus *Trypanosoma cruzi*; u jiných druhů se může mírně lišit. Převzato z [26] a upraveno.

Inhibice činnosti GA-3P DH byla v klinické praxi zpozorována u buněk tkáně myokardu v ischemickém stavu [27]. V důsledku sníženého přísunu kyslíku při ischemii nedochází k dostatečné regeneraci kofaktoru NADH do oxidované formy, přičemž NADH působí jako výrazný inhibitor [28,29] (kompetitivní ve vztahu k NAD⁺ a zároveň nekompetitivní ve vztahu ke GA-3P [30]).

GA-3P DH může být inhibována též např. dusičnanovými anionty (kompetitivní inhibitor vůči P_i a zároveň akompetitivní vzhledem k NAD⁺ a GA-3P) nebo α -glycerolfosfátem (kompetitivní inhibitor vůči GA-3P, jehož parciální redukcí formálně vzniká) [30]. Speciální kapitolu pak tvoří ionty těžkých kovů, které reagují s thioskupinou postranního řetězce cysteinu v aktivním centru, čímž různou měrou inhibují reakci — zatímco ionty Cu²⁺ a Hg²⁺ způsobují úplnou inhibici GA-3P DH, v případě iontů Cd²⁺ dochází pouze ke snížení enzymové aktivity [31].

3.2 Enzym triosafosfátisomerasa

Triosafosfátisomerasa (TPI) patří do skupiny enzymů isomeras. Při glykolýze (event. glukoneogenezi) katalyzuje vzájemnou přeměnu GA-3P a dihydroxyacetonfosfátu (DHA-P) — tedy přeměnu trojuhlíkaté aldosu na ketosu a naopak, jak naznačuje Obr. 5 [32,33]:



Obr. 5 Reakce katalyzovaná činností TPI.

4. PRAKTICKÁ ČÁST — METODY

4.1 Použitá metodika analýzy učebnic

Pro hodnocení učebnic byla zvolena metoda rastru, a to ze dvou důvodů:

- při průzkumu některých dříve publikovaných prací zaměřených na tuto problematiku [10,12–14] bylo zjištěno, že z jejich autorů učebnice pomocí metody rastru dosud nikdo neanalyzoval;
- ze seznamu metod uvedených v Klečkově disertační práci [10] a zde v kapitole 2.2.1 se metoda rastru jeví jako nejobjektivnější, protože díky jasně definovaným kritériím minimalizuje vliv hodnotící osoby a současně je schopna obsáhnout více parametrů zároveň, čímž o hodnocené učebnici poskytuje komplexní obraz.

Jako výchozí byl pro použití vybrán rastr navržený Sikorovou [34] s několika drobnými úpravami:

- kategorie X. (doplňkové texty a materiály) byla vyškrtnuta — nelze se totiž jednoznačně ztotožnit s myšlenkou, že by učebnice, ke které nakladatelství vydalo přílohy jako pracovní sešity, příručky apod., musela být nutně lepší (a tedy lépe hodnocená), než učebnice, kde je vše potřebné součástí jednoho svazku;
- kategorie XII. (hodnoty a postoje) byla vyškrtnuta — cílem učebnic chemie zpravidla nebývá pojednávání o menšinách, rasách či náboženských skupinách, tudíž daná kategorie není pro účely této analýzy relevantní;
- u kategorie III. (odborná správnost) byla hodnoticí škála rozšířena o možnost „částečně“.

Tím došlo k nastavení maximálního možného bodového zisku v rámci hodnocení na hodnotu 100 bodů. K dosažení uspokojivého výsledku byla interně stanovena hranice 60 bodů. Použitý rastr je zobrazen na následujících stranách na Obr. 6 a Obr. 7.

Hodnocená učebnice:

KRITÉRIA		BODY		
I. KATEGORIE: Přehlednost		MAX. 12		
1	Má učebnice přehlednou strukturu? Navazují na sebe logicky kapitoly a témata? Je učebnice dobře rozčleněná?	ano 6	část. 3	ne 0
2	Je vnitřní struktura textů v učebnici přehledná? (Jsou pojmy řazeny v logické posloupnosti? Navazují na sebe věty?...)	ano 6	část. 3	ne 0
II. KATEGORIE: Přiměřená obtížnost textu a rozsah učiva		MAX. 12		
1	Jsou zadání úloh a cvičení a formulace otázek v učebnici jasné a srozumitelné?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné?	ano 4	část. 2	ne 0
3	Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?	ano 3	část. 1,5	ne 0
III. KATEGORIE: Odborná správnost		MAX. 12		
1	Obsahuje učivo v učebnici odborně správné poznatky?	ano 6	část. 3	ne 0
2	Odpovídají poznatky v učebnici současnému stavu vědy, kultury a praxe?	ano 6	část. 3	ne 0
IV. KATEGORIE: Motivační charakteristiky		MAX. 10		
1	Je učivo v učebnici vztažené k praxi (příklady, situace ze života, význam poznatků a dovedností pro praxi apod.)?	ano 4	část. 2	ne 0
2	Jsou výběr učiva v učebnici, úlohy a otázky pro žáky zajímavé?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Jsou v učebnici používány grafické prostředky k řízení pozornosti? (grafické odlišení různých typů učiva, přehledné členění textu, zdůraznění klíčových pojmů a definic aj.)	ano 3	část. 1,5	ne 0
V. KATEGORIE: Řízení učení		MAX. 10		
1	Vyžadují úlohy také řešení problémů, objevování, tvořivou činnost apod. a nejen reprodukci učiva?	ano 3	část. 1,5	ne 0
2	Vedou texty v učebnici k uvažování, kritickému myšlení, hodnocení aj.?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Poskytuje učebnice dostatek možností k procvičování, upevňování a opakování učiva?	ano 2	část. 1	ne 0
4	Obsahují texty a úlohy podněty k samostatné práci a skupinové činnosti žáků?	ano 2	část. 1	ne 0

Obr. 6 Rastr použitý pro hodnocení učebnic (první část, pokračování na další stránce).

VI. KATEGORIE: Obrazový materiál		MAX. 10		
1	Jsou ilustrace, tabulky, schemata, mapky a grafy v učebnici jasné a smysluplné?	ano	část.	ne
		4	2	0
2	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu (objasňuje, ilustruje, nahrazuje výklad názornější formou apod.)?	ano	část.	ne
		3	1,5	0
3	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který je pro žáky přitažlivý?	ano	část.	ne
		3	1,5	0
VII. KATEGORIE: Shoda s kurikulárními dokumenty		MAX. 8		
1	Je výběr učiva v učebnici v souladu s kurikulárními dokumenty (učební plán, osnovy, vzdělávací program...)?	ano	část.	ne
		5	2,5	0
2	Jsou cíle výuky v zásadě dosažitelné prostřednictvím studia textů a vypracovávání učebních úloh prezentovaných v učebnici?	ano	část.	ne
		3	1,5	0
VIII. KATEGORIE: Cena, dostupnost učebnice		MAX. 8		
1	Je cena učebnice přiměřená (vzhledem k cenám jiných učebnic na trhu)?	ano	část.	ne
		5	2,5	0
2	Je cena doplňkových materiálů k učebnici (např. pracovního sešitu, příručky pro učitele, kazet, počítačových programů atd.) dostupná?	ano	část.	ne
		3	1,5	0
IX. KATEGORIE: Ergonomické a typografické vlastnosti		MAX. 8		
1	Jsou druh a velikost písma v učebnici přiměřené?	ano	část.	ne
		5	2,5	0
2	Je vazba učebnice trvalá a odolná a papír kvalitní?	ano	část.	ne
		3	1,5	0
XI. KATEGORIE: Diferenciace učiva a úloh		MAX. 6		
1	Obsahuje učebnice rozšiřující učivo a úlohy pro nadané žáky?	ano	část.	ne
		3	1,5	0
2	Obsahuje učebnice odlišné úlohy z hlediska obtížnosti (pro průměrné i podprůměrné žáky)?	ano	část.	ne
		3	1,5	0
XIII. KATEGORIE: Zpracování učiva		MAX. 4		
1	Je odborný obsah v učebnici prezentován též ve vztahu k jiným oborům?	ano	část.	ne
		1	0,5	0
2	Je učivo v učebnici soustředěné kolem několika základních témat? (tzn. spíše méně vybraných témat do hloubky, než mnoho poznatků povrchně)	ano	část.	ne
		1	0,5	0
3	Jsou některé poznatky v učebnici prezentované z několika úhlů pohledu, různých perspektiv?	ano	část.	ne
		1	0,5	0
4	Je v učebnici vysvětleno, proč je nutné učit se určité poznatky a dovednosti?	ano	část.	ne
		1	0,5	0
SOUČET (MAX. 100):				

Obr. 7 Rastr použitý pro hodnocení učebnic (druhá část, pokračování z předchozí stránky).

4.1.1 Výběr učebnic k analýze

Hodnoceny byly učebnice uvedené v disertační práci Roštejnské [12], s výjimkou dvou titulů, které se vzhledem k uzávěře knihoven způsobené pandemií nemoci covid-19 nepodařilo sehnat. Větší iniciativa vedoucí k získání těchto titulů již nebyla dále vyvíjena, neboť cílem této diplomové práce nebylo přesně okopírovat soubor hodnocených učebnic z prací jiných, nýbrž získat spíše rámcovou představu, jak si učebnice jakožto didaktické prostředky stojí.

Mezi hodnocené učebnice byla zařazena ještě publikace Chemie pro každého — rychlokurz chemie [35], která vzbuzuje zájem svým názvem a navíc ji dosud žádný z autorů dříve prozkoumaných prací [10,12–14] nehodnotil. Tak vznikl následující výběr:

- Chemie pro čtyřletá gymnázia 3. díl [36];
- Přehled středoškolské chemie [37];
- Chemie v kostce II — organická chemie a biochemie [38];
- Chemie pro střední školy [15];
- Odmaturuj z chemie [39];
- Biochemie pro studenty středních škol a všechny, které láká tajemství živé přírody [40];
- Chemie pro každého — rychlokurz chemie [35].

4.2 Příprava studijních textů

Při přípravě studijních textů byla zohledněna východiska uvedená v teoretické části této diplomové práce jako je důraz na obrazový materiál nebo motivaci žáků. Na zřetel byly brány také zásady zformulované Gagném a dále rozebrané v díle Fontany [41], podle nichž je vyučujícím doporučeno postupovat, aby žákům napomohli k maximálnímu využití všech fází procesu učení:

- *„získej pozornost žáka;*
- *pobídi ho k vybavení si potřebných předběžných znalostí;*
- *oznam mu cíle výuky;*
- *předlož mu příslušné podněty (učební látku);*
- *poskytni mu vedení (což obsahuje poskytování vodítek, která žákovi pomohou spojit si vyučovanou látku do řetězce pojmových souvislostí);*
- *vyvolej provedení žádaného výkonu žákem;*
- *poskytni mu zpětnou vazbu;*
- *ohodnoť jeho výkon;*
- *zajisti mu uchování a přenos nově osvojené informace do nových situací učení“ [41].*

Hotové studijní texty byly upraveny pomocí služby pdfescape.com [42]. Díky tomu lze vyplňovat odpovědi na zadané otázky a úkoly přímo v počítači, což poskytuje alternativu k tisknutí a vyplňování rukopisem.

4.3 Tvorba vizualizačních pomůcek

4.3.1 Použitý software

- Discovery Studio Visualiser (verze 20.1.0.19295) od společnosti BIOVIA (dále jen „DSV“);
- Netfabb Premium (verze 2019.2) od společnosti Autodesk (dále jen „Netfabb“);
- 3D print (verze 1.03.8) od společnosti 3D Systems.

4.3.2 Vizualizace na obrazovce počítače či mobilního telefonu

Z internetové databáze Protein data bank (PDB) byl stažen model lidské jaterní GA-3P DH [25]. Tento enzym byl zvolen z několika důvodů:

- jedná se o enzym katalyzující jednu z nejdůležitějších reakcí glykolýzy (viz kapitolu 3.1) — tím jsou poznatky prezentovány na konkrétních jevech a zároveň dochází k propojování jednotlivých kapitol učiva biochemie;
- GA-3P DH vyžaduje k reakci kofaktor, čímž je pokryto širší spektrum učiva a model tak ve výuce nalezne větší využití;
- reakční mechanismus činnosti GA-3P DH je dobře popsán;
- GA-3P DH má vhodně umístěné aktivní centrum, které je dostatečně hluboké na to, aby v něm substráty držely samy; zároveň není přístupový kanál příliš úzký, takže se tam substrát dá pohodlně vkládat a vyndávat;
- pro GA-3P DH jsou známy také inhibitory, což umožní demonstrovat na modelu i učivo enzymové inhibice.

Protože jde o tetramerní protein tvořený identickými podjednotkami (viz kapitolu 3.1), byla k dalšímu zpracování použita pouze jedna z podjednotek (označovaná písmenem **O**).

K umístění ligandů do aktivního centra enzymu bylo zapotřebí zjistit, se kterými aminokyselinovými zbytky ligandy reagují. Tyto údaje byly nalezeny v literatuře [26], avšak pouze pro isoformu GA-3P DH patřící organismu *Trypanosoma cruzi*. Proto byl z PDB stažen i model této isoformy [43] a následně

bylo provedeno porovnání prostorových struktur (tzv. 3D alignment) obou isoform v programu DSV. Při tom bylo zjištěno, že v aktivním centru isoformy z organismu *Trypanosoma cruzi* se vyskytují stejné klíčové aminokyseliny jako u lidské jaterní isoformy. Lze tedy oprávněně předpokládat, že i interakce se substráty bude obdobná.

Na základě zjištěných skutečností byly do aktivního centra modelu lidské jaterní GA-3P DH umístěny substráty, a to manuálně, opět v programu DSV, kde byl k enzymu navíc automaticky vygenerován solventu přístupný povrch zbarvený podle lokálního elektrostatického potenciálu.

Takto zpracovaný model enzymu i s ligandy byl posléze exportován do formátu *.wrl a dále:

- nahrán na server Sketchfab [44], který umožňuje prohlížení 3D objektů, a tamtéž doplněn o popisky;
- nahrán do databáze společnosti MergeCube [45], která stojí za vývojem stejnojmenné mobilní aplikace, jejímž prostřednictvím je možné 3D objekty také prohlížet.

Dále byl z PDB stažen model lidské triosafosfátisomerasy (TPI) [46], aby byl zastoupen též příklad enzymu s jednoduchým reakčním schématem (1 substrát → 1 produkt). Stejně jako u GA-3P DH jde o enzym glykolýzy, takže volbou TPI nedochází k odbočování od tématu, což by žákům mělo usnadnit orientaci v učivu.

Obdobně jako v případě GA-3P DH byly do aktivního centra modelu enzymu umístěny v programu DSV ligandy. Při tom bylo využito skutečnosti, že soubor stažený z PDB [46] již měl v aktivním centru navázaný analog substrátu, 2-fosfoglykolát, a údajů v literatuře [47]. V rámci dalších úprav pak byl v programu DSV k enzymu automaticky vygenerován solventu přístupný povrch zbarvený podle lokálního elektrostatického potenciálu a takto zpracovaný model byl opět exportován do formátu *.wrl a nahrán na server Sketchfab [44]. Model TPI již potom nebyl připravován k 3D tisku.

4.3.3 Příprava na 3D tisk

Pro 3D tisk byl využit model GA-3P DH z předchozí části. Po vygenerování povrchu enzymu programem DSV byly tento povrch a jednotlivé ligandy **zvlášť** převedeny do formátu *.wrl, neboť samotný tisk sestával ze dvou paralelních úkolů:

- 3D tisk povrchu enzymu;
- 3D tisk ligandů (v kalotové i tyčinkové formě).

Před samotným tiskem bylo nutné provést určité úpravy modelů zahrnující mj. zaoblení ostrých hran, změnu velikosti nebo zacelení modelů na místech, kde nebyly tzv. „vodotěsné“ a tiskárna by nedokázala např. rozlišit vnější a vnitřní stranu daného modelu. K těmto úpravám byl využit program Netfabb.

Soubory formátu *.wrl vygenerované programem DSV však nebylo možné v programu Netfabb otevřít. Nekompatibilita souborů byla vyřešena instalací programu 3D print, který umí soubory *.wrl z programu DSV otevřít a uložit ve formátu *.zpr, s jehož otevřením již program Netfabb nemá problémy.

4.3.4 Úpravy povrchu enzymu před tiskem

Po otevření *.zpr souboru s povrchem enzymu v programu Netfabb byly provedeny následující akce (v daném pořadí):

- odstranění nadbytečných vrstev, které netvořily žádaný povrch enzymu (funkce *Split shells into parts*);
- zvětšení 3,7415× (dáno rozměry tiskárny);
- automatická oprava modelu spočívající v zacelení „nevodotěsných“ míst (funkce *Run repair script* → *Extended repair*);
- zaoblení ostrých hran (funkce *Refine Mesh*);
- vytvoření dutiny uvnitř modelu, tloušťka vnější vrstvy byla zvolena 3,00 mm (funkce *Generate Shell*);
- vytvoření mřížovité struktury ve vnitřní dutině modelu (funkce *Lattice Assistant*) za účelem zpevnění modelu při současné úspoře materiálu;
- ve vybraných místech předpokládané interakce enzymu s ligandy byla provedena perforace povrchu (funkce *Add Perforation*) s automatickým vygenerováním zátek k těmto otvorům. (Bezprostředně po tisku otvory posloužily k vysypání přebytečného prášku, poté byly ucpány zátkami,

do kterých byly později umístěny magnety mající za cíl simulovat interakce s ligandy.)

4.3.5 Úpravy ligandů před tiskem

Po otevření *.zpr souboru s ligandy v programu Netfabb byly provedeny následující akce (v daném pořadí):

- automatická oprava modelů spočívající v zacelení „nevodotěsných“ míst (funkce *Run repair script* → *Extended repair*);
- zvětšení 3,7415× (stejně jako model povrchu enzymu).

4.3.6 Parametry 3D tisku a úpravy modelů po vytisknutí

- Použitá tiskárna: 3D Systems, model CJP 460 Plus včetně originálního, výrobcem dodávaného sádrového prášku a barev;
- použité magnety: tyčový neodymový magnet T-02-04-N.

Po dokončení tisku byly modely povrchu enzymu i ligandů zbaveny přebytečného prášku, očištěny stlačeným vzduchem a štětečkem a pro zpevnění skrápěny kyanoakrylátovým lepidlem značky *ColorBond™ (part #360448)* dodávaným firmou 3D Systems. Pro zpevnění nejkřehčích míst modelů ligandů v tyčinkové formě byl ještě před aplikací kyanoakrylátového lepidla použit tekutý epoxid *Loctite EA 9455* od firmy Henkel, jehož výsledná mechanická pevnost by měla být ve srovnání s kyanoakrylátem vyšší. Modely pak byly ponechány přes noc v klidu, aby kyanoakrylát (popř. epoxid) zaschnul.

Do vnitřní strany vytvrzených zátek sloužících k uzavření otvorů v modelu povrchu enzymu byly 2mm vrtákem vyvrtány asi 2 mm hluboké otvory pro uchycení magnetů. Na jednotlivé magnety pak bylo nanášeno dvousložkové epoxidové lepidlo *Epoxy 5minutes* od výrobce BISON International B.V. a magnety byly zasunuty do vyvrtaných děr. Zátky i s magnety byly vloženy do otvorů v modelu povrchu enzymu, zasypány zbytkovým práškem z 3D tiskárny a zakápnuty malým množstvím kyanoakrylátu pro zamaskování spár.

Do vytvrzených kalotových modelů ligandů byly ve vybraných místech předpokládané interakce s enzymem vyvrtány otvory v průměru 2 mm široké a přibližně 4 mm hluboké. Stejně jako v předchozím případě bylo na jednotlivé

magnety naneseo dvousložkové epoxidové lepidlo *Epoxy 5minutes* a magnety byly zasunuty do vyvrtaných děr. Přitom bylo pečlivě dbáno na správnou orientaci magnetů — tzn. tam, kde mají být mezi enzymem a daným ligandem přitažlivé interakce, byly magnety orientovány tak, aby se skutečně přitahovaly a naopak.

K sádrovému modelu z 3D tiskárny byly zpracovány ještě pracovní listy pro použití při výuce, které tvoří přílohu F této práce. Pracovní listy předpokládají rozdělení třídy na skupiny, z nichž jedna pracuje se sádrovým modelem a ostatním jsou k dispozici interaktivní 3D vizualizace dostupné prostřednictvím serveru Sketchfab [44], popř. mobilní aplikace MergeCube [45]. Po určitém čase se skupiny vymění. Tento koncept vychází ze skutečnosti, že ve standardní třídě čítající kolem 30 žáků nemohou s modelem enzymu pracovat současně všichni; přitom je však vhodné všechny žáky něčím smysluplným zaměstnat.

Tím byla zhotovena kompletní didaktická pomůcka napomáhající vizualizovat enzymovou činnost, čímž byl naplněn jeden z dílčích cílů vytyčených na počátku této diplomové práce.

4.4 Ověření kvality vytvořených materiálů ve školní praxi

4.4.1 Učební texty

Vybrané učební texty (Lipidy, Monosacharidy, Glykolýza, Fotosyntéza, Proteiny) byly v průběhu dubna a května 2020 využity při výuce žáků tříd 3.A a 3.C na Gymnasium Botičská. Výuka probíhala plně distančně s možností e-mailových konzultací. Po ukončení práce s materiály byl žákům rozdan evaluační dotazník vytvořený pomocí služby Google Forms, jehož výstupy, koncipované jako známky ve škole (tzn. nejlepšímu hodnocení odpovídá stupeň 1, nejhoršímu stupeň 5), byly posléze statisticky zpracovány (dvouvýběrový t-test, Deanův a Dixonův test podle [48]) v programu Microsoft Office Excel. Dotazník byl k dispozici v období od 17.5. do 19.6.2020 a je přiložen na konci této práce jakožto příloha D.

Na základě zpětné vazby, které se nám dostalo od žáků z Gymnasium Botičská, byl učební text Fotosyntéza podroben úpravám spočívajícím zejména ve zlepšení názornosti a zkvalitnění obrazového materiálu. Po úpravách byl učební text poskytnut na Gymnasium Josefa Jungmanna v Litoměřicích, společně

s materiálem Biochemická energetika (Krebsův cyklus, dýchací řetězec, makroergické sloučeniny), a to k využití při výuce v chemickém semináři na přelomu března a dubna 2021. Evaluační dotazník v tomto případě vyplňovala přímo vyučující, jež oba materiály používala. Jednalo se o podobný dotazník jako v případě hodnocení materiálů žáky Gymnasia Botičská — viz přílohu E.

Soubor učebních textů byl poskytnut také na Arcibiskupské gymnasium v Praze 2, kde bylo využito pět materiálů (Aminokyseliny a peptidy, Glykolýza, Fotosyntéza, Biochemická energetika, Ornithinový cyklus a acidobazická rovnováha), a to při výuce třídy 7.B v červnu 2021. Hodnocení bylo realizováno stejně jako na Gymnasiu Josefa Jungmanna v Litoměřicích: vyučující chemie v řečené třídě byla požádána o vyplnění evaluačního dotazníku (viz přílohu E).

4.4.2 Vizualizační pomůcky

Všechny materiály potřebné pro realizaci výuky dle uvedené koncepce byly poskytnuty k ověření na Gymnasium dr. A. Hrdličky v Humpolci, kde byly použity při výuce tříd 7.O a 3.A v průběhu června 2021. S vyučujícími řečených tříd byl poté veden volný rozhovor zaměřený zejména na kvalitativní charakteristiky nasazených pomůcek.

5. PRAKTICKÁ ČÁST — VÝSLEDKY

5.1 Analýza učebnic

Kompletní výsledky analýzy učebnic (tj. vyplněné rastry) jsou přiloženy na konci této práce jako příloha A. Níže je připojeno několik komentářů k hodnocení:

5.1.1 Chemie pro čtyřletá gymnázia 3. díl

Učebnice je psána velmi pěkným jazykem — je srozumitelná, dobře se čte a text je přiměřeně členěn. Kapitoly a témata na sebe víceméně navazují, snad jen Krebsův cyklus a dýchací řetězec mohly být zařazeny až za metabolismus lipidů, aby bylo respektováno logické pořadí, v jakém katabolické děje v organismu probíhají.

Biochemie je zastoupena na 122 stránkách (z celkových 245), rozsah učiva lze hodnotit jako přiměřený a adekvátně vysvětlený.

Úprava knihy se v mnohém podobá formě skript, čemuž odpovídá absence návodných úloh, nedostatečné propojení učiva s praxí, málo opakovacích otázek či příkladů (ty jsou snad jen za 9. kapitolou, která se ani nezabývá biochemií) a také, a to především, černobílý tisk. Stejně tak by učebnici prospělo větší množství obrázků (nejlépe barevných).

Učebnice však bohužel nezůstala ušetřena překlepů a drobných chyb a zasluhovala by si proto důkladnější revizi. Namátkou lze vybrat kupř.:

- str. 129: uhlík C5 na obrázku je trojvazný;
- str. 138: „u redukujících“;
- str. 159: cytochromy nejsou pouze doménou mitochondrií, v textu mělo být uvedeno něco jako „např.“, aby k této domněnce nesváděl;
- str. 160: „jednodušší“ namísto „jednoduší“;
- str. 162: chybí čárka před „nebo“, ale je navíc před „apod.“;
- str. 184,187: opakované záměny NADH a NADPH;
- str. 196: „b-oxidace“ namísto „6-oxidace“; ve schématu „DADH“ místo „NADH“.

Celkové skóre učebnice: 71,5 ze 100.

5.1.2 Přehled středoškolské chemie

Učebnice je, až na drobné výjimky, psaná srozumitelně a čtivě. Rozsah učiva je spíše větší, z některých kapitol by mohli těžit i řešitelé chemických olympiád. Na biochemii připadá 34 stránek (z celkových 349), k tomu je však zapotřebí připočítat ještě 14 stránek s biochemickou tematikou (přírodní látky), které jsou v učebnici zařazeny pod organicko-chemickou část, nicméně v rámci této diplomové práce se na zmíněnou kapitolu pohlíží jako na součást biochemie.

Jako největší handicap učebnice se jeví velmi nepřehledné členění textů do odstavců, resp. malé mezery mezi odstavci, čímž text splývá v jedno a těžko se v něm orientuje. K tíži budiž učebnici přičten (pouze) dvoubarevný tisk, který přehlednosti též nepřispívá.

Bohužel zcela chybí možnost samostatného procvičování (např. formou opakovacích otázek nebo řešených úloh). Z pohledu odborné správnosti je nutno upozornit na několik nedostatků:

- str. 121: je-li symbol [A] zaveden jako **relativní** koncentrace, nelze pak reakční rychlost definovat podílem $\frac{d[A]}{dt}$; nevycházela by jednotka;
- tabulka 1 na str. 303 evokuje představu, že oxidoreduktasa a alkoholdehydrogenasa jsou totéž. Lépe by tedy bylo do záhlaví tabulky uvést např. „*příklady enzymů*“;
- str. 313: ne „*FADH*“, ale „*FADH₂*“.

Celkové skóre učebnice: 63 ze 100.

5.1.3 Chemie v kostce II — organická chemie a biochemie

Ač by mělo jít spíše o publikaci shrnující nejdůležitější chemické poznatky než přímo o učebnici, čemuž je zřejmě přizpůsobena celková koncepce díla, je nutno poznamenat, že text psaný výhradně v bodech působí těžkopádně a to může vést k dezinterpretacím (např. str. 179: není jednoznačné, kdo nebo co redukuje Fehlingovo činidlo; dále např. str. 188: bílkovina obsahuje 20 aminokyselin — znamená to tedy snad, že když bude mít nějaká biomolekula 21 aminokyselin, už nepůjde o bílkovinu?).

Biochemie je zastoupena na 47 stránkách (z 215 celkových) a třebaže kniha obsahuje prakticky všechny důležité poznatky z oboru, předkládá tyto mnohdy jen povrchně, tzn. bez odpovídajícího vysvětlení. Vzhledem k tomu, že má jít spíše o přehled učiva než o zevrubnou učebnici, nebyla tato skutečnost hodnocena jako závažný handicap publikace.

Členění biochemické části se jeví jako nelogické, neboť se, stejně jako u učebnice hodnocené v kapitole 5.1.1, začíná dýchacím řetězcem a končí glykolýzou, přičemž v organismu na sebe řečené děje navazují v pořadí opačném. Podobně nešťastně působí rovněž členění anorganicko-chemické části, to však není hlavním předmětem prováděného hodnocení.

Statická biochemie je zde prezentována jako ubíjející seznam látek a jejich názvů (ať už jde o monosacharidy či o isoprenoidy). Ani dynamicko-biochemická část není zpracována příliš přehledně, tudíž lze v praxi očekávat, že žák tyto pasáže spíše přeskočí, než aby se jim snažil porozumět. Konkrétně lze hovořit kupř. o tabulce s glykolýzou na str. 208, které by velmi prospělo doplnění přehledným schématem. Kapitola 6-oxidace mastných kyselin pak sice schématem doplněna je, ale to není zpracováno dostatečně přehledně. Podobně by bylo možno hodnotit i schéma Krebsova cyklu, které působí jako okopírované odkudsi z literatury, aniž by si autoři dali práci toto schéma jakkoliv zpřehlednit.

Ostatně, celé grafické řešení učebnice není vůbec povedené. Orámování každé stránky ve stylu Windows XP je možná nápadité, avšak žádnému didaktickému účelu toto zpracování nenapomáhá. Šedozelené provedení omezuje použití dalších barev (např. ve schématech, kde by barevnější provedení bylo žádoucí).

V publikaci bylo dále nalezeno značné množství chyb, překlepů a jiných nedostatků. Omezíme-li se pouze na biochemickou část, je možno zmínit např. následující:

- str. 181: oxytocin neovlivňuje diuresu (zřejmě měla být řeč o vazopresinu);
- str. 189: „terminační faktory“ namísto „factory“;
- str. 184, 192, 195: jednou se píše o „prostetické skupině“, potom zase o „prostetické skupině“ — mělo by to být sjednoceno.

Celkové skóre učebnice: 53,5 ze 100.

5.1.4 Chemie pro střední školy

Učebnice je skvělou volbou pro střední školy **nechemického zaměření** (např. strojní průmyslové SŠ, učiliště apod.), neboť poskytuje ucelený přehled základních poznatků z oblasti chemie, přičemž nezachází příliš do hloubky. Pro výuku žáků vyššího stupně gymnasia by však byl rozsah učebnice nedostatečný — mj. zcela schází pasáž věnovaná metabolismu; samotné biochemii je pak věnováno pouhých 12 stránek (ze 135 celkových). Protože však sami autoři učebnice avizují, že má jít o učebnici pro nechemicky zaměřené SŠ, lze omezený rozsah předkládaného učiva prominout.

Kladně lze učebnici hodnotit po stránce odborné správnosti — co je v učebnici uvedeno, je většinou správně. Při analýze byly zjištěny pouze následující nepřesnosti:

- str. 71: neaktuální informace (tetraethylolovo už se dnes nepoužívá);
- str. 108: chybný vzorec kofeinu;
- str. 117: chybně uvedené číslo 20^{20} .

Učebnice obsahuje i opakovací otázky na konci každé kapitoly, což taktéž nelze hodnotit jinak než kladně. Obrázky jsou sice v určité míře přítomny, nicméně by jich mohlo být ještě více — např. v textu o monosacharidech se hovoří o několika zástupcích, ale vyobrazena je pouze glukosa.

Celkové skóre učebnice: 90,5 ze 100.

5.1.5 Odmaturuj z chemie

Kniha má spíše formát stručných poznámek než klasické učebnice s výkladovým textem, ale i tak jsou struktura a výběr témat zdařilé. Vše podstatné se zdá být uvedeno, a to v logickém pořadí. Obecně-chemická část dokonce obsahuje i řešené úlohy.

Biochemická témata jsou probírána na 45 stránkách (z celkového počtu 200), ovšem podobně jako v případě kapitoly 5.1.3 jsou poznatky předkládány dosti povrchně — velice dobře tak publikace poslouží jako seznam témat k maturitě (což bylo možná záměrem autorek), leč studentovi, který by chtěl

maturitu úspěšně složit, nelze než důrazně doporučit, aby svoje vědomosti rozšířil nad rámec této knihy.

Pravděpodobně největším úskalím publikace jsou překlepy a nepřesnosti, např.:

- str. 194: „*glukoneogeneze*“, nikoliv „*glukoneogeneza*“;
- str. 195, 199, 200: vzájemné zaměňování NADH a NADPH;
- str. 198: seznam esenciálních aminokyselin není úplný;
- str. 199: „*sukcinyl-CoA*“, nikoliv „*sukcynyl*“, jak je uvedeno v obrázku;
- str. 193, 196: jazykové zpracování: „*vážou*“, nikoliv „*váží*“ — když někdo „*váží*“, jde o stanovení hmotnosti, nikoliv o navázání se někam.

Celkové skóre učebnice: 72,5 ze 100.

5.1.6 Biochemie pro studenty středních škol a všechny, které láká tajemství živé přírody

Učebnice má velmi rozsáhlý úvod, jenž čtenáře zasvěcuje do biochemie. Autor se tím zřejmě snaží motivovat ke studiu biochemie, leč ve škole při výuce nezbyvá tolik času, aby bylo možno se celým obsahem knihy zabývat. Využití tak kniha nalezne spíše jako doplňkový a nadstavbový materiál pro zvědavé žáky. K tomuto účelu přispívá také vysoká odborná úroveň publikace — prakticky neobsahuje chyby a když už se nějaké najdou, jde spíše o překlepy (např. „*a-amylasa*“ v tabulce na str. 49 nebo chybějící závorka ve vzorci hydroxyapatitu na str. 41).

Navzdory nadstandardnímu rozsahu však učebnice bohužel naplno nerozvíjí svůj didaktický potenciál. Součástí textu sice jsou vysvětlivky v závorkách, avšak naprosto tristní je nedostatek obrazového materiálu. Částečně tento deficit kompenzuje příloha — obrazové schéma — avšak i to je nedostatečné, neboť nepokrývá všechny předkládané informace. Stejně tak schází opakovací a procvičovací úkoly rozvíjející autodiagnostické kompetence žáků.

K usnadnění orientace v textu by pak přispělo větší členění do odstavců (situace, kdy na 1 stránku formátu A4 leckdy připadají pouze 2-3 odstavce, není optimální). Také je nutné vytknout totéž, co u předchozích publikací (viz kapitoly

5.1.1 a 5.1.3), tedy nelogické předřazení Krebsova cyklu a dýchacího řetězce kapitolám o β -oxidaci mastných kyselin a glykolýze.

Celkové skóre učebnice: 64 ze 100.

5.1.7 Chemie pro každého — rychlokurz chemie

Kniha je opět psána částečně jako skripta, souvislý text je často nahrazen odrážkami. Velmi ocenitelné je propojení statické a dynamické biochemie, které je mezi učebnicemi chemie spíše ojedinělé, avšak mnohem přínosnější, než když se tyto části biochemie probírají separátně. Na biochemii zde připadá 55 stránek (z celkového počtu 269).

Publikace má relativně velký odborný rozsah, bohužel ale na úkor vysvětlení. Působí tak dojmem, že ve snaze o zahrnutí maxima chemických poznatků do obsahu knihy jsou tyto prostě jeden za druhým předloženy a kdo se v chemické problematice alespoň trochu neorientuje, snadno se ztratí (zvlášť v situaci, kdy se kniha nazývá „Chemie pro každého“, by měl být vysvětlení věnován dostatečný prostor). Orientaci v učebnici neusnadňuje ani chudá grafická úprava (žádné barvy a obrázky, minimální členění textu — vlastně jen v místech, kde následuje odrážkový seznam...). Velkým přínosem ale naopak je zařazení testových otázek i s řešením na konci každé kapitoly.

Dále kniha naráží na některá zavádějící zjednodušení a větší množství chyb (převážně však v obecně-chemické části, v části biochemické bylo nalezeno pouze následující:

- str. 211: neúplný výčet esenciálních aminokyselin;
- str. 217: u akompetitivní inhibice by Michaelisova konstanta měla narůstat, nikoliv klesat (jinak by nešlo o inhibici, nýbrž o aktivaci);
- str. 218: „mužské“).

Celkové skóre učebnice: 50,5 ze 100.

5.2 Vlastní studijní texty

Bylo připraveno 8 studijních textů doplněných úkoly (viz ukázkou na Obr. 8 a Obr. 9). Texty se zaměřují na následující oblasti učiva biochemie:

- aminokyseliny a peptidy;
- bílkoviny (struktura);
- lipidy;
- monosacharidy;
- oligosacharidy a glykolýza;
- fotosyntéza;
- biochemická energetika (Krebsův cyklus, dýchací řetězec, makroergické sloučeniny);
- ornithinový cyklus a acidobazická rovnováha organismu.

Na obrázku vidíte dvě heterocyklické sloučeniny — **pyran** a **furan**.

c1ccoc1 pyran c1ccoc1 furan

Zamyslete se, v čem spočívá rozdíl mezi monosacharidy, které označujeme jako **monosacharidy**, a monosacharidy, které nazýváme **furanosy**.

Výskyt a význam monosacharidů:

Spojte pojmy v tabulce:

GLUKOSA	„CUKR MLÉČNÝ“
FRUKTOSA	SOUČÁST NUKLEOVÝCH KYSELIN
MANNOSA	„CUKR HROZNOVÝ“, vzniká fotosyntézou
GALAKTOSA	„CUKR Z KVASINEK“
RIBOSA	„CUKR OVOCNÝ“, nejsladší ze všech

Galaktosa má zcela klíčovou funkci, pokud jde o **typizaci krevních skupin**. Na povrchu červených krvinek se nacházejí tzv. **antigeny**, které mají povahu **glykolipidů** — tj. látek složených z lipidů a částečně ze sacharidů. Na určitých místech ve struktuře takového antigenu **kam se mohou vázat dvě různé molekuly**:

- naváže-li se do tohoto místa **galaktosa** se zbytkem kyseliny octové, jde o **krevní skupinu A**
- naváže-li se do tohoto místa **samotná galaktosa**, jde o **antigen B => krevní skupinu B**
- když se do tohoto místa **nenaváže nic**, jde o **krevní skupinu 0**.

LIPIDY

Dnešní chemie se bude věnovat velké skupině biologicky aktivních látek — **lipidům**. V průběhu studia se společně pokusíme hledat odpovědi na otázky jako třeba:

- Jsou tuky opravdu tak zlé, jak nám říkají? Měl jsem ke snídani chleba s máslem. Čeká mě snad proto **obezita nebo rovnou infarkt**?
- Proč nás **reklamy** doslova bombardují tím, ať jíme **Omega 3** mastné kyseliny? A proč vlastně **zrovna omega 3, proč ne třeba omega 2**?
- Na co musí dávat pozor **vegetariáni**?
- Jak **aspirin snižuje teplotu**, když se nachladíme?

Připraveni? **Jdeme na to!** Pokud jste právě přišli z venku, nezapomeňte si pořádně umýt ruce mýdlem a vodou. Mimochodem...

- Je rozdíl, když si myjeme ruce „jen“ mýdlem a vodou, **nebo je nezbytná i desinfekce?**

Vše se dozvíte v dnešní chemii! ☺

Obr. 8 Ukázkou vytvořených studijních textů s úkoly (1/2).



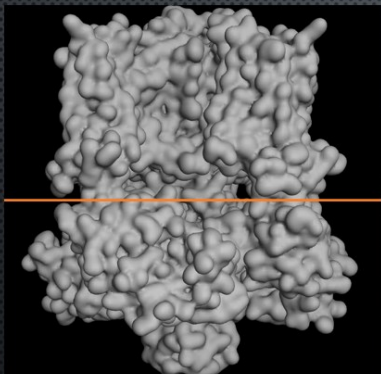
Obr. 9 Ukázka vytvořených studijních textů s úkoly (2/2).

Průběžné úkoly ve studijních textech vybízejí žáky k aktivní práci, pročez je možné materiály používat i při distanční či hybridní formě výuky. Tím dochází k naplnění dalšího z vytyčených cílů této diplomové práce (viz str. 9).

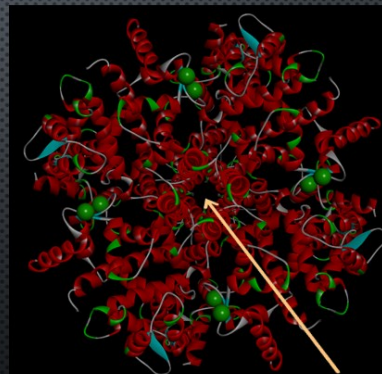
Dále byly vytvořeny dvě výukové prezentace, jedna orientovaná na tematiku funkce proteinů (ukázka na Obr. 10) a druhá pojednávající o základech enzymologie (viz ukázku na Obr. 11). Všechny materiály byly zpřístupněny k použití širokou veřejností na portálu PřF UK studiumchemie.cz [49]. Vytvořené materiály představují kompletní a ucelený soubor pokrývající téměř celé učivo biochemie uvedené v RVP G [4] (nejsou zahrnuty polysacharidy, nukleové kyseliny, vitamíny a hormony).

4) Proteiny transportní

- jiné jsou zakotveny přímo v membránách jako přenašeče / kanály



Membránový kanál KCNQ1 sloužící k transportu K⁺ iontů ven z buňky (hranici buňky symbolicky naznačuje oranžová čára).



Otočením o 90° podle „oranžové čáry“ uvidíme detailní pohled zdola, kde je patrný vnitřní průměr kanálu, kudy ionty procházejí (označeno šipkou).

Obr. 10 Ukázka výukové prezentace Funkce proteinů.

Inhibice enzymů:

2) Inhibice **akompetitivní** (v praxi např. inhibice substrátem):



(enzym + substrát + inhibitor)



Obr. 11 Ukázka výukové prezentace Základy enzymologie.

Většina materiálů je doplněna krátkými testy na zopakování předchozí látky. Tyto opakovací testy žáci mohou řešit rovněž online na webové stránce exp.er.cz [50], která byla naprogramována za účelem umožnění žákům okamžitě

získat zpětnou vazbu (testy se automaticky vyhodnocují) a kde je k dispozici i správné řešení, jak ukazuje Obr. 12:

Fotosyntéza — opakovací test

1) Vyberte správná tvrzení (může jich být i více):

- a) Hlavním cílem fotosyntézy je tvorba kyslíku a vznik energie.
- b) Fotosyntézu je možno rozdělit na 2 fáze: fázi temnostní a fázi světelnou.
- c) Calvinův cyklus probíhá výhradně v noci.
- d) Když posvítíme na fotokomplex s chlorofylem, excituje se a tím získává redukční účinky (schopnost uvolňovat elektrony). Tyto elektrony pak rostlina využívá pro další metabolické děje.

2) Jak označujeme rostliny, které ještě před vlastní fixací akumulují CO₂? (může být více správných řešení)

- a) C4
- b) CAM
- c) C5
- d) C3

3) H⁺ ionty z thylakoidů unikají, protože:

- a) je z thylakoidů vytlačuje rotace ATPasy
- b) thylakoidy jsou obklopeny spoustou hydrogenuhličitanových aniontů (HCO₃⁻), které k sobě kladně nabité kationty H⁺ přitahují
- c) díky primární fázi fotosyntézy se H⁺ ionty v thylakoidech hromadí, vzniká koncentrační gradient a H⁺ ionty se tak snaží dostat z thylakoidů pryč
- d) ani jedno tvrzení není pravdivé; H⁺ ionty se naopak snaží dostat DOVNITŘ thylakoidů, nikoliv VEN

4) Struktura ATPasy připomíná:

- a) kvěťák
- b) vodovodní trubku, uvnitř které proudí H⁺ ionty a ATP
- c) komolý kužel
- d) mlýnské kolo či turbínu

Obr. 12 Ukázka části online vyhodnoceného testu na téma Fotosyntéza. Špatné odpovědi jsou označeny červeně, správné zeleně.

Materiály doplňuje ještě brožura se správným řešením úkolů, která je určená pro učitele. Celý soubor učebních textů včetně brožury s řešením je součástí přílohy B této diplomové práce; výukové prezentace jsou připojeny jako příloha C.

5.3 Vizualizační pomůcky — modely enzymů

5.3.1 Interaktivní vizualizace

Vytvořené interaktivní vizualizace, určené k prohlížení na obrazovce počítače, mobilního telefonu či tabletu, jsou volně přístupné na serveru Sketchfab prostřednictvím následujících odkazů:

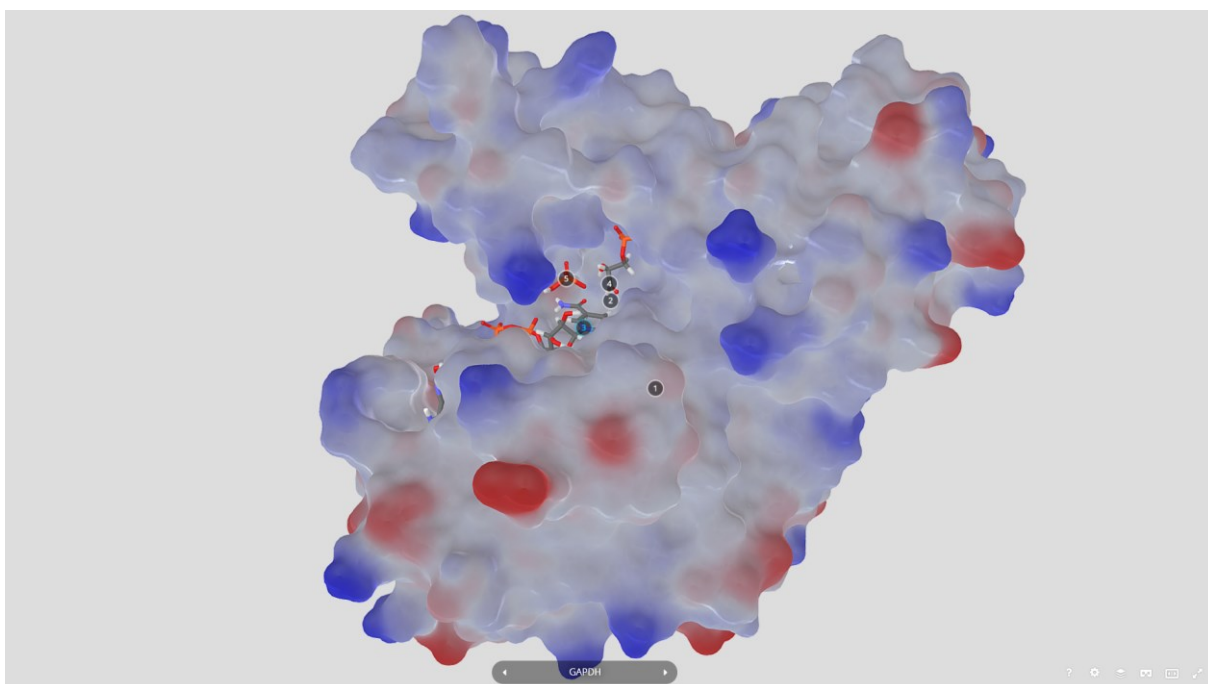
<https://skfb.ly/6WK6s>

<https://skfb.ly/6XAwX>

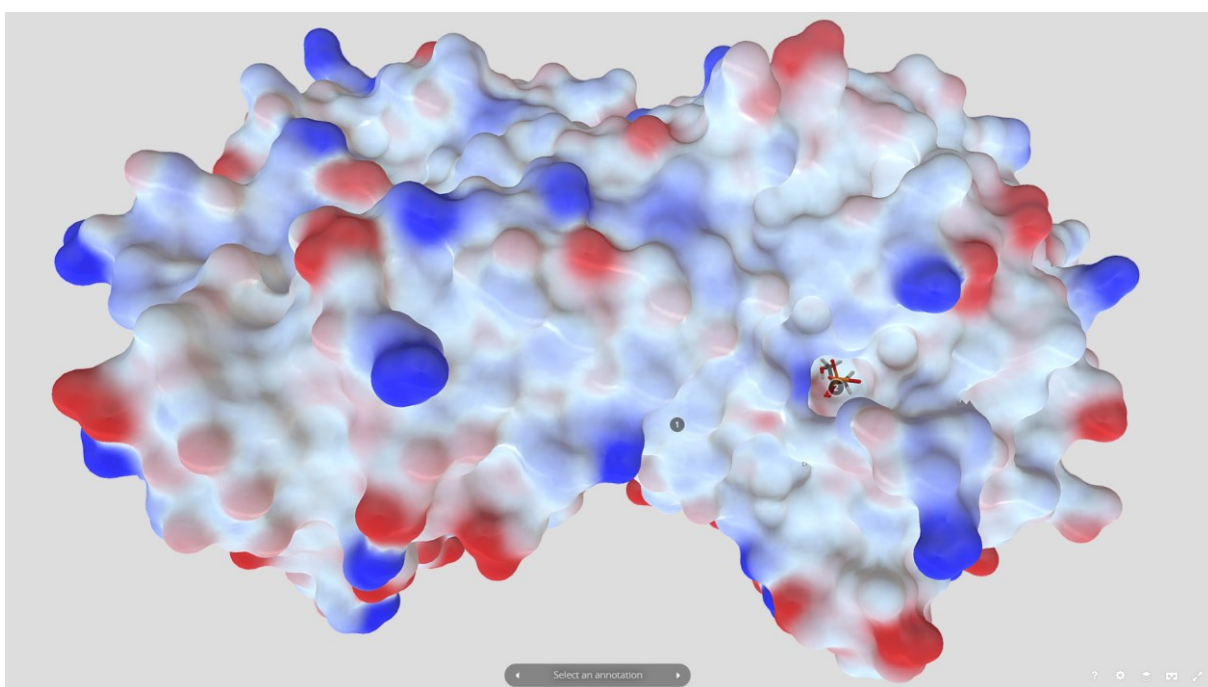
<https://skfb.ly/6XQA7>

<https://skfb.ly/6XVwn>

Náhled na vytvořené vizualizace skýtají Obr. 13 a Obr. 14:



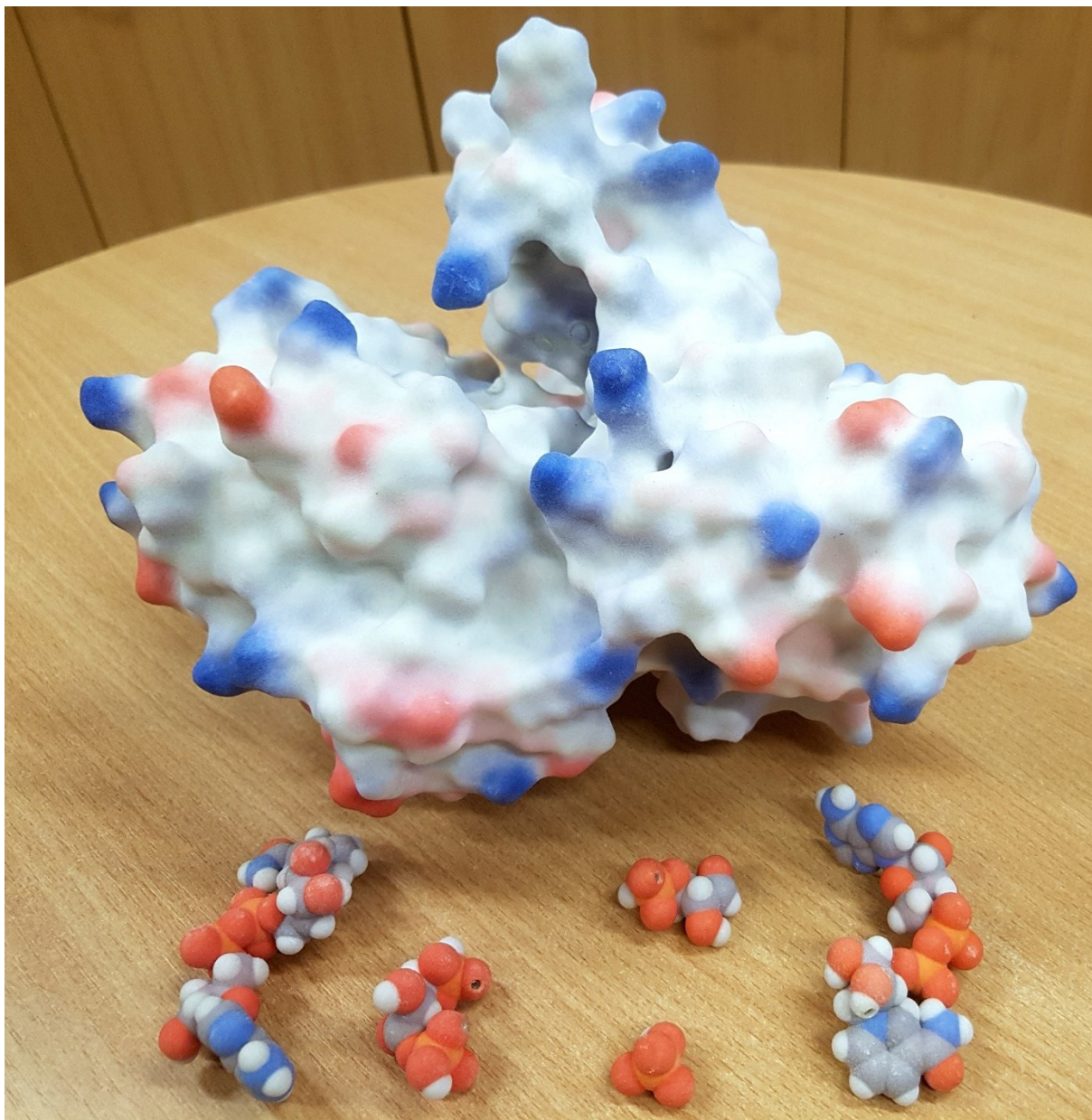
Obr. 13 Interaktivní vizualizace enzymu GA-3P DH včetně substrátů (NAD^+ , GA-3P a P_i) dostupná na serveru Sketchfab.



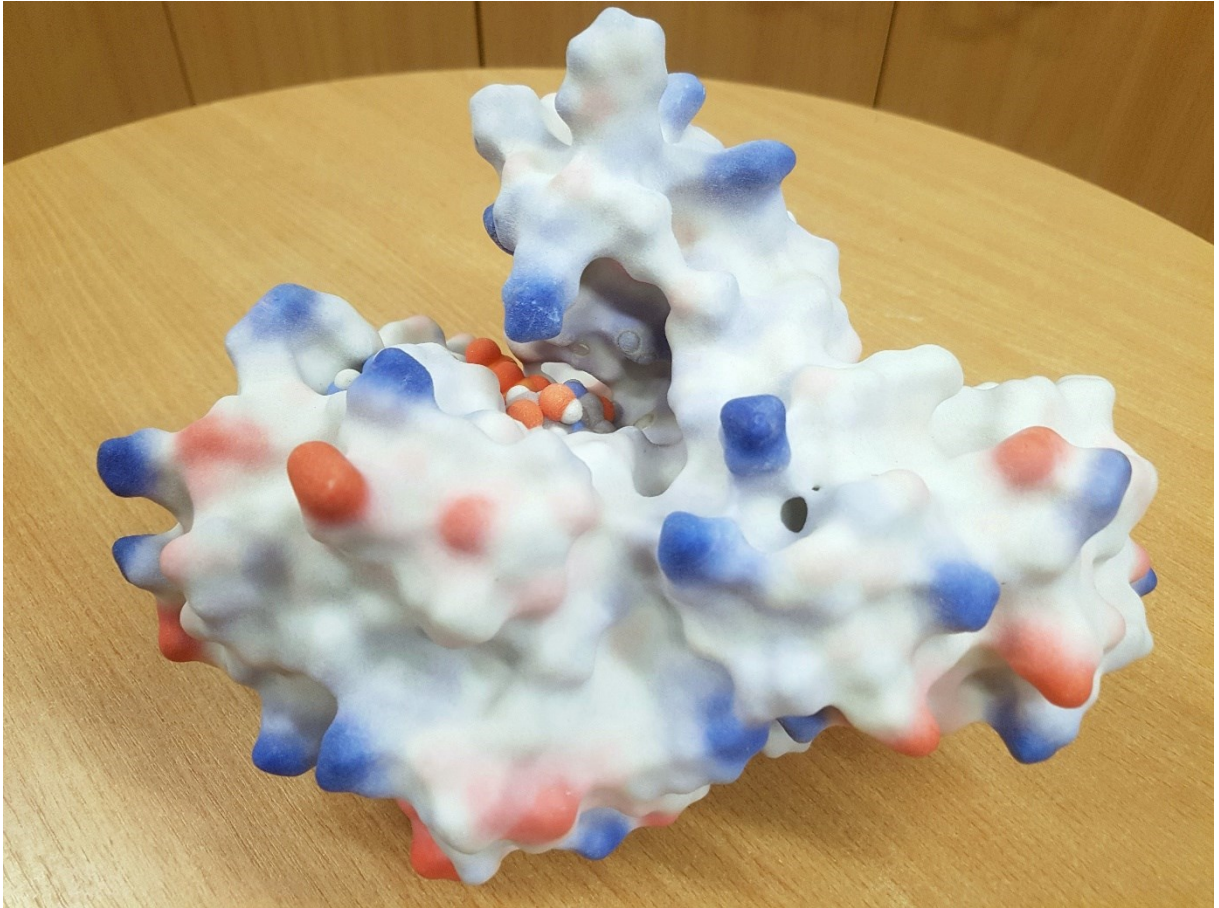
Obr. 14 Interaktivní vizualizace enzymu TPI včetně substrátu (DHA-P) dostupná na serveru Sketchfab.

5.3.2 Model GA-3P DH z 3D tiskárny

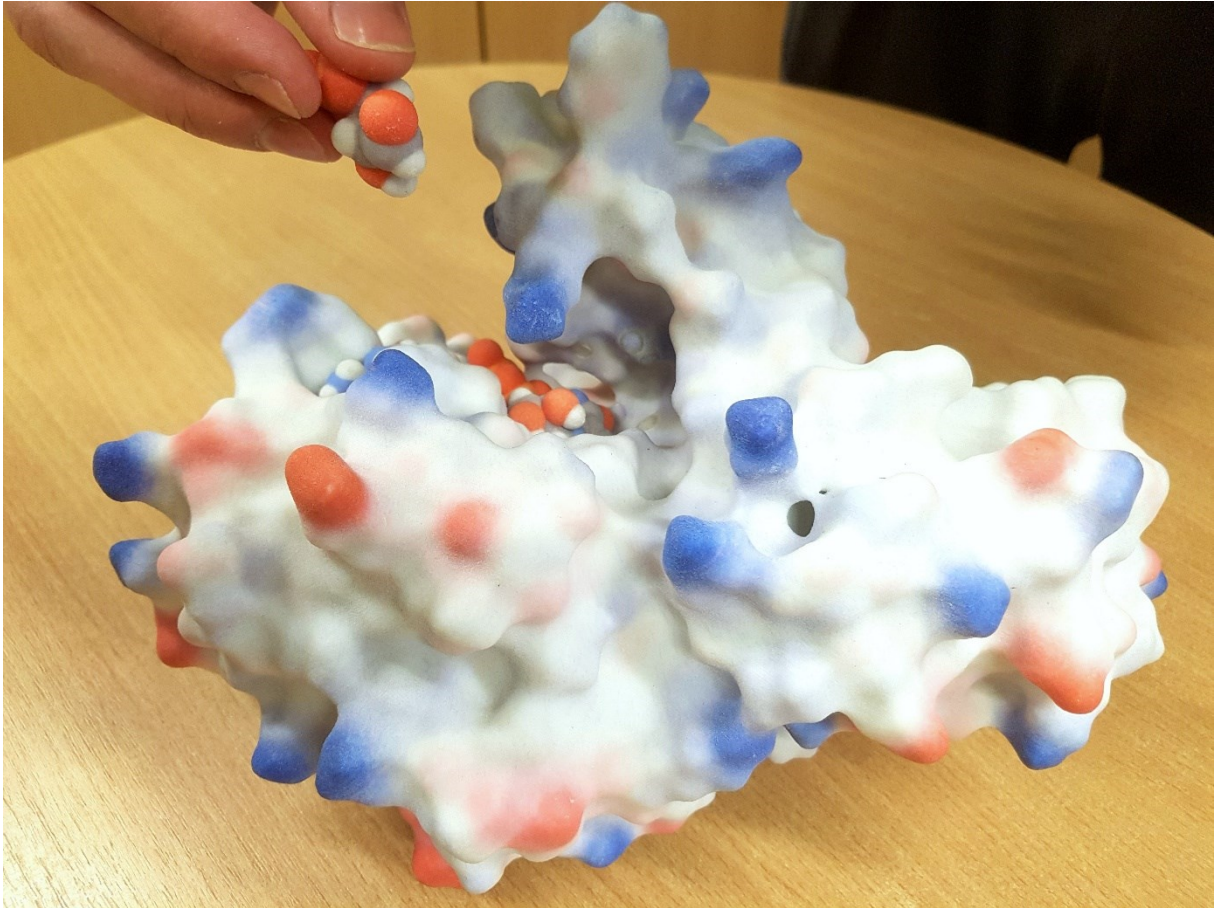
Hotový model GA-3P DH z 3D tiskárny, a to i včetně modelů ligandů, prezentují Obr. 15 až Obr. 21:



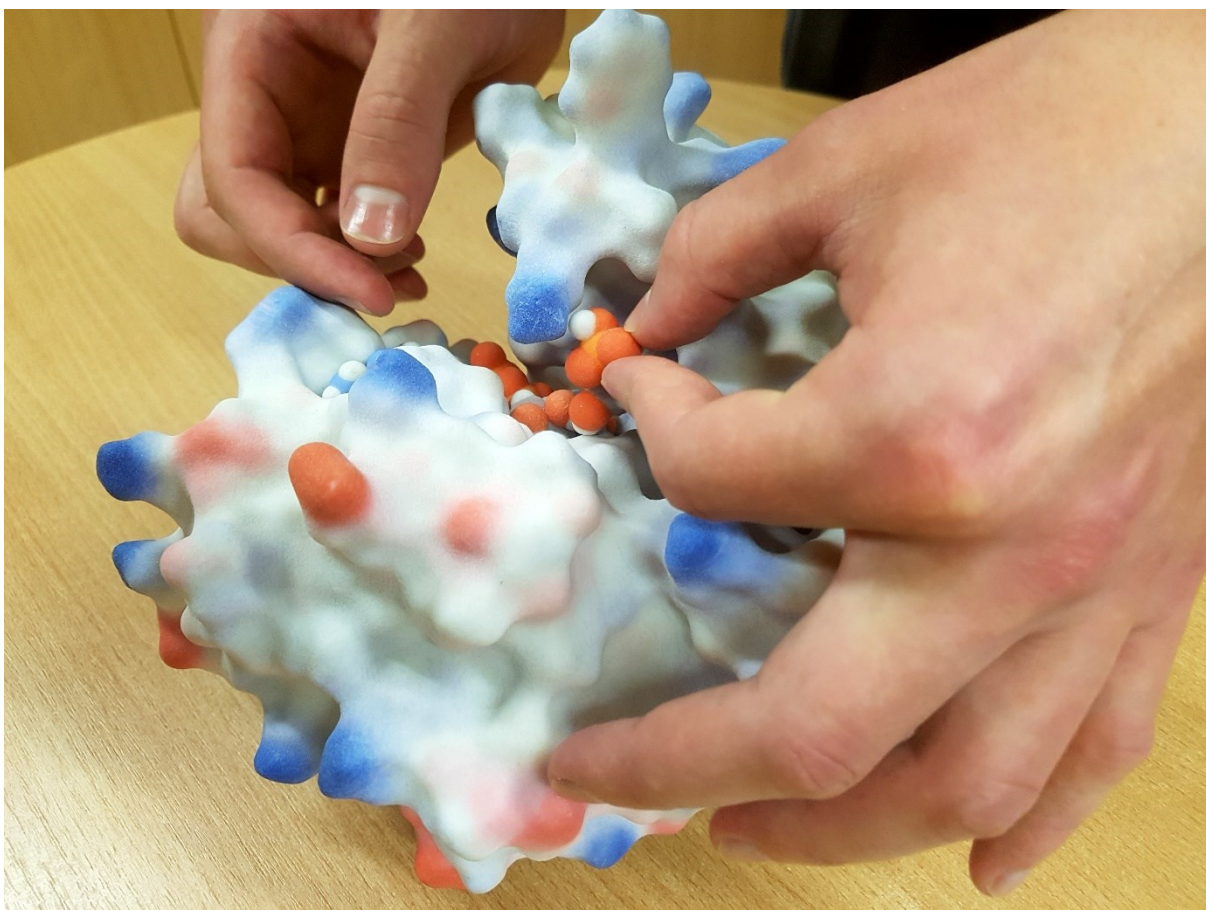
Obr. 15 Model povrchu GA-3P DH a kalotvé modely některých ligandů z 3D tiskárny.



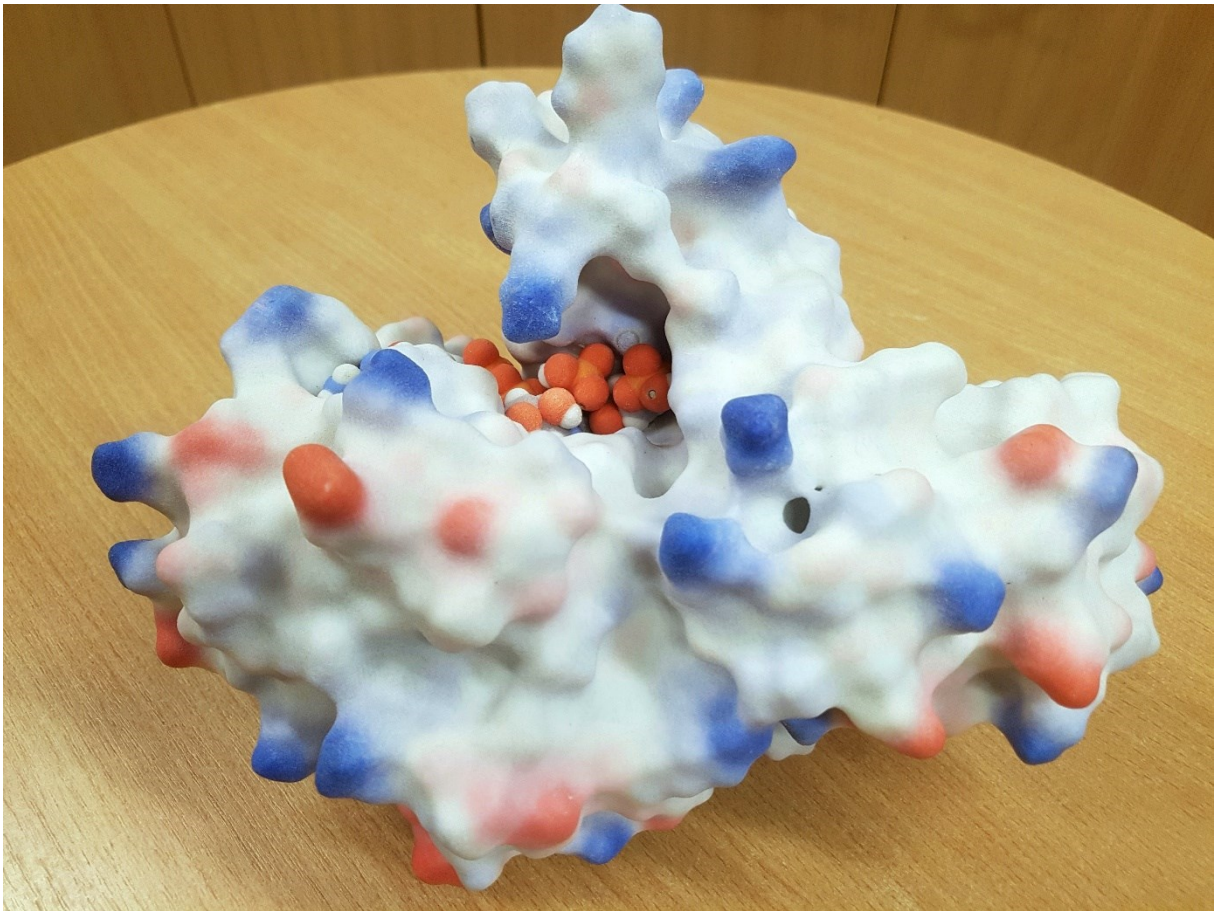
Obr. 16 Model GA-3P DH s molekulou kofaktoru (NAD⁺) v aktivním centru.



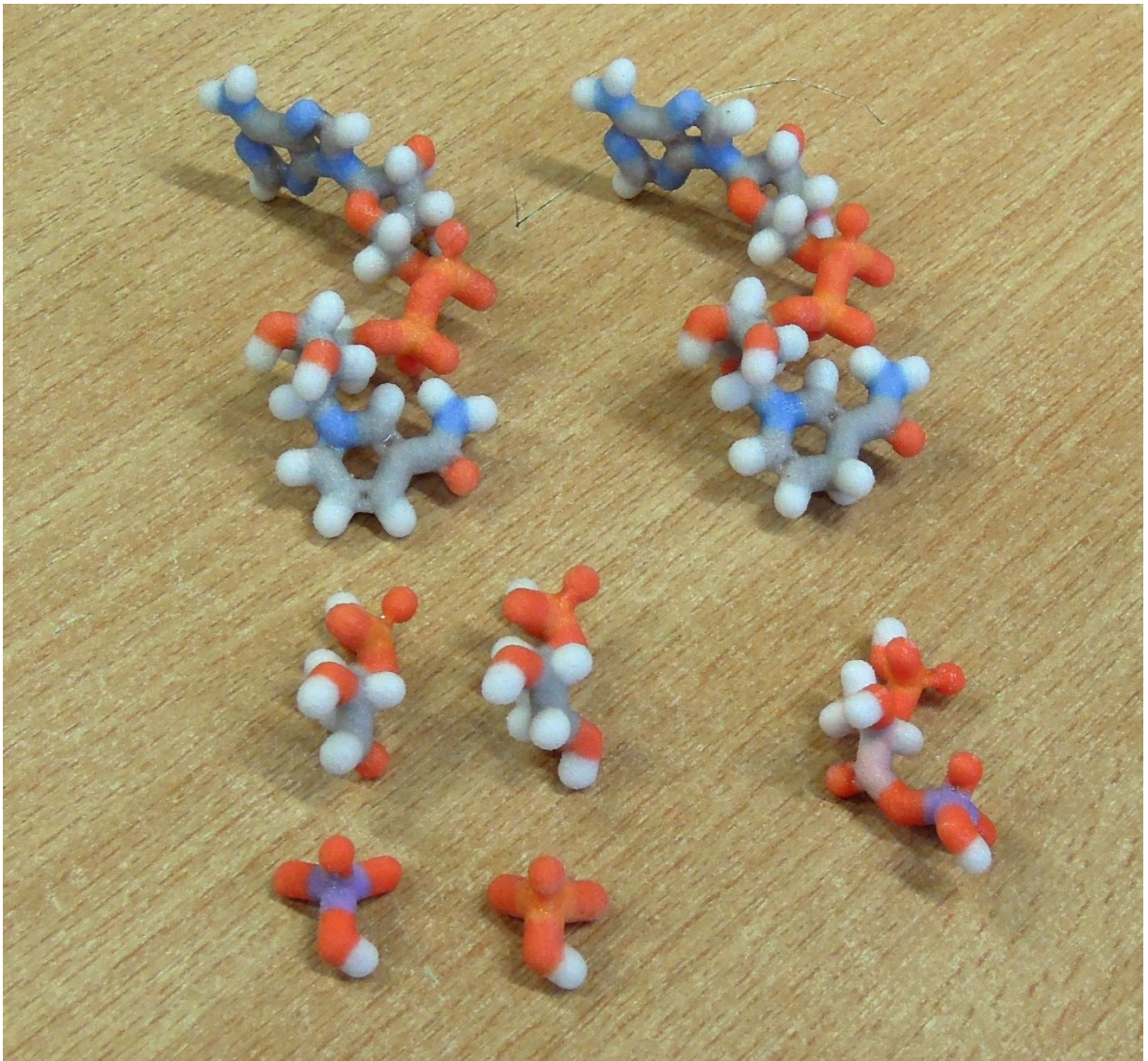
Obr. 17 Vkládání modelu substrátu (GA-3P) do aktivního centra enzymu s již navázaným NAD^+ .



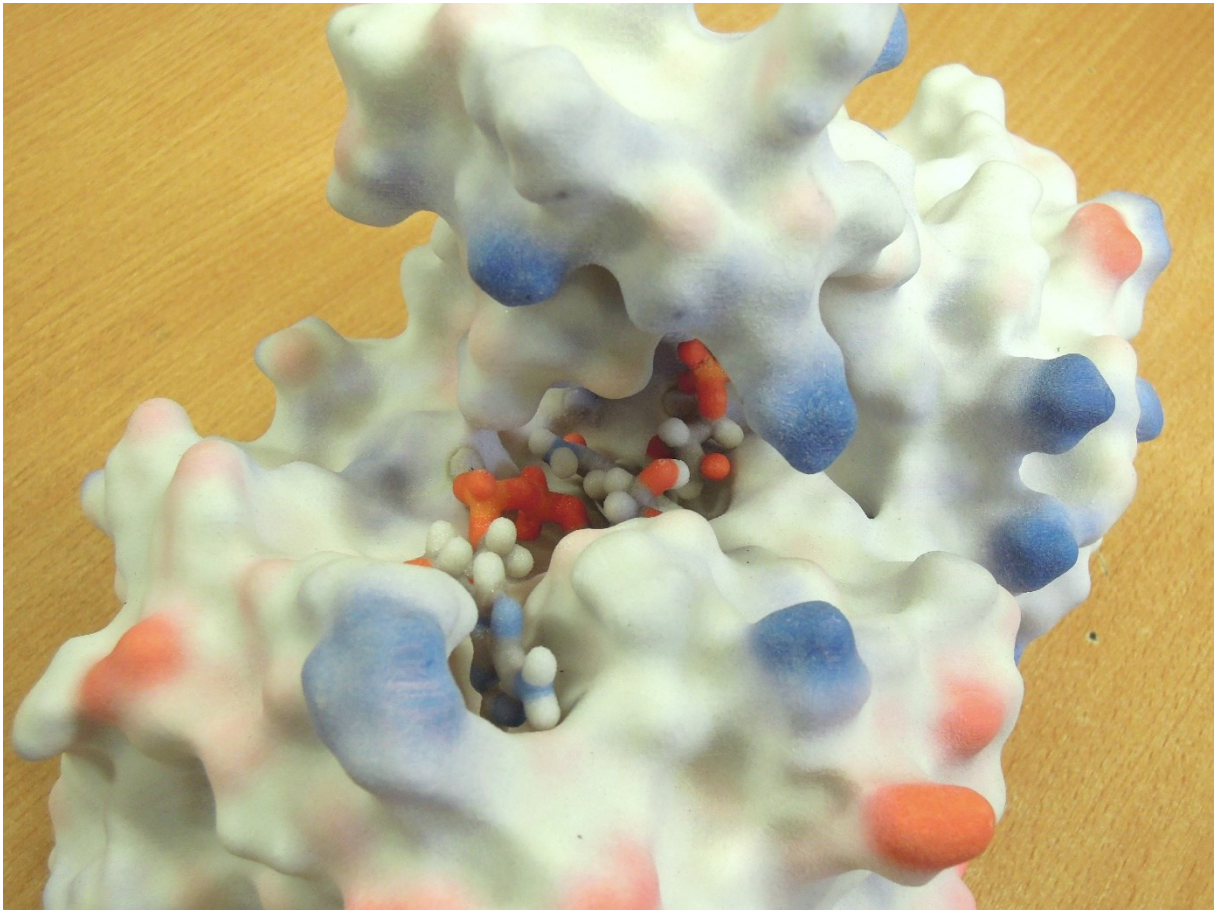
Obr. 18 Manipulace s kalotovým modelem anorganického fosfátu v aktivním centru modelu GA-3P DH.



Obr. 19 Model GA-3P DH s navázanými substráty NAD^+ , GA-3P a P_i .



Obr. 20 Modely ligandů v tyčinkové formě.



Obr. 21 Detailní pohled na aktivní centrum GA-3P DH s tyčinkovými modely substrátů.

5.3.3 Pracovní listy k 3D modelům a vizualizacím

Ke zhotoveným vizualizačním pomůckám byly vytvořeny ještě pracovní listy, které umožňují koordinovat práci ve vyučovací hodině — obsahují otázky a úkoly, jejichž řešení žáci vypracovávají s pomocí modelu GA-3P DH z 3D tiskárny, a současně zaměstnávají i ty žáky, na něž se zrovna model nedostává, odkazující přitom na dříve zpracované interaktivní vizualizace. Předpokládá se totiž, že s modelem v daný okamžik pracuje skupina maximálně 10 žáků (spíše ještě méně), což je asi $1/3$ klasické školní třídy. Ukázka částí vytvořených pracovních listů je na Obr. 22:

6) Prostudujte si 3D vizualizaci dalšího enzymu, *triosofosfátisomerasy*, a zapíšte rovnici reakce, kterou tento enzym katalyzuje:

<https://skfb.ly/6XQAZ>
<https://skfb.ly/6XVwn>

Zapíšte rovnovážnou konstantu K_{eq} této reakce. Jak by se tato rovnovážná změnila, kdyby reakce nebyla katalyzovaná? Vyberte z nabídky a zdůvodněte

- K_{eq} nekatalyzované reakce je větší než K_{eq} katalyzované reakce
- K_{eq} nekatalyzované reakce je menší než K_{eq} katalyzované reakce
- hodnota K_{eq} je stále stejná, enzym ji neovlivňuje

4) Prozkoumejte model a doplňte výchozí látky reakce. Označte, který ze substrátů funguje jako kofaktor.

<https://skfb.ly/6WK6s>

(QR kód pro pilotní verzi mobilní aplikace MergeCube)

5) U enzymové katalýzy rozlišujeme dvě dosud neuvedené charakteristiky:

- **Substrátovou specifitu** (tzn. kterým látkám enzym napomáhá reagovat);
- **Reakční specifitu** (tzn. jakou reakci enzym katalyzuje / „co s danými substráty enzym dělá?“).

Reakční specifita vyplývá z chemického složení enzymu v aktivním centru (např. je tam zbytek velmi dobře interagující s karbonylovou skupinou, proto enzym bude katalyzovat reakci probíhající na karbonylové skupině a zbytek substrátu jej „nezajímá“).

Substrátová specifita je dána tvarem aktivního centra a rozložením elektrostatického náboje v něm (na což poukazují ty modré a červené oblasti obrázku z úkolu č. 3). Dříve se v učebnicích hovořilo o myšlenkovém konceptu „zámku a klíče“².

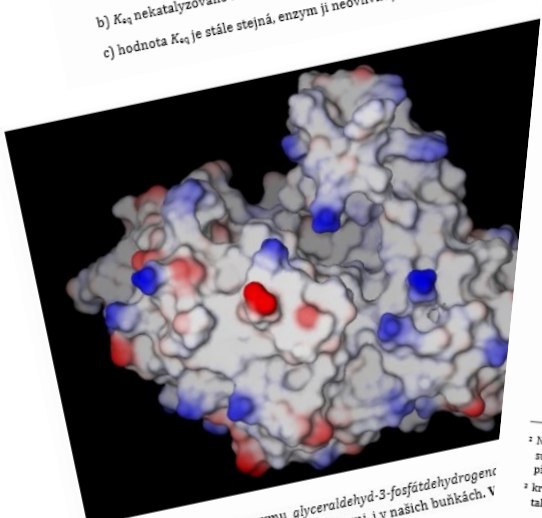
Pokuste se tedy na základě úkolu č. 4) naskládat substráty do aktivního centra enzymu. (Totéž pak samozřejmě můžete zkusit i s produkty reakce³...)

** V jakém pořadí je umístování substrátů do aktivního centra enzymu nejschůdnější? **

² Novější zjištění ukazují, že koncept „zámku a klíče“ není zcela přesný, protože se objevují případy, kdy se enzym tvaru substrátu ještě přizpůsobuje. V současnosti se tedy spíše používá připodobnění „ruka a klika“, o tom už však učebnice píšou málokdy...

³ Kromě H⁺, který není schopen samostatné existence — bezprostředně po svém vzniku reaguje s vodou za vzniku H₃O⁺, takže jeho kalotový model tady nemáme.

- 4 -



Konkrétně jde o model enzymu *glyceraldehyd-3-fosfátdehydrogen* v biochemickém procesu odehrávajícím se mj. i v našich buňkách. V zdrojích najdete, jak se tento proces nazývá.

Obr. 22 Ukázka vybraných částí vytvořených pracovních listů k 3D modelům a vizualizacím.

5.4 Nasazení vytvořených didaktických materiálů do školní praxe

5.4.1 Studijní texty — Gymnasium Botičská (plně distanční výuka)

Dotazník vyplnilo 12 ze 62 oslovených žáků Gymnasia Botičská, což odpovídá 19,4% návratnosti. Výsledky dotazníkového šetření jsou uvedeny níže v Tab. 1 až Tab. 5:

Tab. 1 Výsledky hodnocení studijního materiálu Lipidy žáky Gymnasia Botičská.

HODNOCENÍ Č.:	LIPIDY			
	Přehlednost	Srozumitelnost	Zpracování tématu	Množství učiva
1	1	2	1	2
2	2	1	2	2
3	1	1	1	1
4	1	1	1	2
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	2	1	1	2
8	1	2	1	1
9	1	1	1	2
10	1	1	1	2
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
PRŮMĚR:	1,17	1,17	1,08	1,50
celkový průměr za materiál:	1,23			

Tab. 2 Výsledky hodnocení studijního materiálu Monosacharidy žáky Gymnasia Botičská.

HODNOCENÍ Č.:	MONOSACHARIDY			
	Přehlednost	Srozumitelnost	Zpracování tématu	Množství učiva
1	2	2	1	2
2	3	2	1	2
3	1	1	1	1
4	1	1	1	2
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	2	2	2	2
9	2	1	1	2
10	1	1	1	2
11	1	2	1	1
12	1	1	1	1
PRŮMĚR:	1,42	1,33	1,08	1,50
celkový průměr za materiál:	1,33			

Tab. 3 Výsledky hodnocení studijního materiálu Glykolýza žáky Gymnasia Botičská.

HODNOCENÍ Č.:	GLYKOLÝZA			
	Přehlednost	Srozumitelnost	Zpracování tématu	Množství učiva
1	2	4	1	3
2	2	2	1	2
3	1	1	1	1
4	1	1	1	2
5	1	2	1	2
6	1	1	1	1
7	1	1	1	2
8	2	3	3	2
9	2	2	1	1
10	1	1	1	2
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
PRŮMĚR:	1,33	1,67	1,17	1,67
celkový průměr za materiál:	1,46			

Tab. 4 Výsledky hodnocení studijního materiálu Fotosyntéza žáky Gymnasia Botičská.

HODNOCENÍ Č.:	FOTOSYNTÉZA			
	Přehlednost	Srozumitelnost	Zpracování tématu	Množství učiva
1	1	2	1	2
2	2	2	1	2
3	1	1	1	1
4	1	1	1	2
5	1	2	1	2
6	1	1	1	1
7	1	1	1	2
8	2	2	2	2
9	1	2	1	1
10	2	3	1	2
11	1	2	1	1
12	1	1	1	1
PRŮMĚR:	1,25	1,67	1,08	1,58
celkový průměr za materiál:	1,40			

Tab. 5 Výsledky hodnocení studijního materiálu Proteiny – struktura žáky Gymnasia Botičská.

HODNOCENÍ Č.:	PROTEINY			
	Přehlednost	Srozumitelnost	Zpracování tématu	Množství učiva
1	1	2	1	2
2	2	1	1	2
3	1	1	1	1
4	1	1	1	2
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	2	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	2
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
PRŮMĚR:	1,08	1,17	1,00	1,33
celkový průměr za materiál:	1,15			

Z výsledků evaluace uvedených v Tab. 1 až Tab. 5 je patrné, že převážná většina žáků hodnotila jednotlivé kategorie výukových materiálů stupněm 1 nebo 2. Méně často (konkrétně 5×) se vyskytuje i hodnocení stupněm 3 a jedenkrát také hodnocení stupněm 4. Jako celek v hodnocení nejlépe dopadl materiál Proteiny (průměr 1,15), nejhůře žáci hodnotili materiál Glykolýza (průměr 1,46), a to především v kategoriích srozumitelnost a množství učiva. Horšího hodnocení se dostalo také kategorii srozumitelnost v materiálu Fotosyntéza.

Při porovnání materiálů podle Deanova a Dixonova testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (viz Tab. 6) se však ukazuje, že žádný z učebních textů jako celek výrazně nevybočuje z hodnocení ve srovnání s ostatními materiály:

Tab. 6 Porovnání hodnocených materiálů pomocí Deanova a Dixonova testu. Postup vyhodnocení a velikost konstanty $Q_{k; n=5}$ byly převzaty z [48].

Seřazení průměrných hodnocení jednotlivých učebních textů:	1, 15; 1, 23; 1, 33; 1, 40; 1, 46	
Rozpětí:	0, 313	(= maximum – minimum)
Q_1	0, 267	(= rozdíl dvou nejnižších hodnot vydělený Rozpětím)
Q_n	0, 200	(= rozdíl dvou nejvyšších hodnot vydělený Rozpětím)
$Q_{k; n=5}$	0, 642	(konstanta na hladině významnosti $\alpha = 0,05$)

Protože je $Q_1 < Q_{k; n=5}$ a zároveň $Q_n < Q_{k; n=5}$, nelze žádný z porovnávaných výsledků interpretovat jako výsledek odlehlý — tzn. všechny materiály jsou po

stránce celkového hodnocení srovnatelné a žádný není ani výrazně lepší ani výrazně horší než ostatní.

Vzhledem k povaze dat bylo zapotřebí výsledky hodnocení interpretovat přesněji — např. průměr hodnocení v kategorii **srozumitelnost** materiálů Glykolýza a Fotosyntéza vychází stejný, rozložení jednotlivých známek se ovšem liší. Je tak nutno si položit otázku, zda mezi řečenými materiály v dané kategorii bude signifikantní rozdíl, či nikoliv. Tato otázka byla zodpovězena provedením dvouvýběrového t-testu pro porovnávání středních hodnot (průměrů) každé dvojice hodnocených kategorií. Tab. 7 uvádí hodnoty výběrových rozptylů spočítané programem Microsoft Office Excel pro každou hodnocenou kategorii; výsledky dvouvýběrového t-testu pak přináší Tab. 8:

Tab. 7 Hodnoty výběrových rozptylů pro každou hodnocenou kategorii učebních textů.

MATERIÁL:	Přehlednost	Srozumitelnost	Zpracování tématu	Množství učiva
Lipidy	0,152	0,152	0,083	0,273
Monosacharidy	0,447	0,242	0,083	0,273
Glykolýza	0,242	0,970	0,333	0,424
Fotosyntéza	0,205	0,424	0,083	0,265
Proteiny	0,083	0,152	0,000	0,242

Tab. 8 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro porovnávání středních hodnot (průměrů) každé dvojice hodnocených kategorií. Je-li hodnota v tabulce menší než hodnota příslušného kvantilu na hladině pravděpodobnosti $\alpha = 0,05$ ($=2,074$), není mezi porovnávanými kategoriemi signifikantního rozdílu (zvýrazněno zeleným fontem). V opačném případě se porovnávané kategorie signifikantně liší (zvýrazněno červeným fontem).

Porovnávané:	přehlednost	srozumitelnost	zpracování tématu	množství učiva
Lipidy ↔ Monosacharidy	1,119	0,920	0,000	0,000
Lipidy ↔ Glykolýza	0,920	1,636	0,447	0,692
Lipidy ↔ Fotosyntéza	0,484	2,283	0,000	0,394
Lipidy ↔ Proteiny	0,596	0,000	1,000	0,804
Monosacharidy ↔ Glykolýza	0,348	1,049	0,447	0,692
Monosacharidy ↔ Fotosyntéza	0,715	1,414	0,000	0,394
Monosacharidy ↔ Proteiny	1,586	0,920	1,000	0,804
Glykolýza ↔ Fotosyntéza	0,432	0,000	0,447	0,348
Glykolýza ↔ Proteiny	1,517	1,636	1,000	1,414
Fotosyntéza ↔ Proteiny	1,076	2,283	1,000	1,216

Jak je patrné z Tab. 8, jediný signifikantní rozdíl byl identifikován při porovnávání kategorie **srozumitelnost** materiálu Fotosyntéza s materiály Lipidy

a Proteiny. To byl také důvod, proč byl materiál Fotosyntéza podroben dílčím úpravám, které měly jeho srozumitelnost zlepšit, a poté znovu nasazen do výuky k evaluaci (viz kapitolu 4.4.1).

Pro získání komplexního obrazu o kvalitě vytvořených materiálů se jevílo užitečným porovnat též souhrnně jednotlivé hodnocené kategorie — tím by bylo možné zjistit silné a slabé stránky celého souboru studijních textů (např. kdyby materiály byly vynikající po stránce přehlednosti, ale v kategorii zpracování tématu by pokulhávaly apod.). Průměrné hodnocení každé kategorie jednotlivých materiálů je uvedeno v Tab. 9:

Tab. 9 Výsledky hodnocení studijních materiálů žáky Gymnasia Botičská, seřazeno podle hodnocených kategorií.

Pořadí podle kategorií:	Přehlednost:	Srozumitelnost:	Zpracování tématu:	Množství učiva:
1	proteiny (1,08)	proteiny = lipidy (1,17)	proteiny (1,00)	proteiny (1,33)
2	lipidy (1,17)	lipidy = fotosyntéza = monosacharidy (1,33)	lipidy = fotosyntéza = monosacharidy (1,08)	lipidy = monosacharidy (1,50)
3	fotosyntéza (1,25)	glykolýza = fotosyntéza (1,67)	glykolýza (1,17)	fotosyntéza (1,58)
4	glykolýza (1,33)	monosacharidy (1,42)		glykolýza (1,67)
5	monosacharidy (1,42)			
průměr za kategorii:	1,25	1,40	1,08	1,52

Jak ukazuje Tab. 9, žáci nejvíce ocenili, jak byla předkládaná témata zpracována (průměr za kategorii 1,08), naopak nejhůře bylo ohodnoceno množství učiva (průměr za kategorii 1,52). Pro účely stanovení, do jaké míry se hodnocení daných kategorií liší, byla uvedená data porovnána pomocí Deanova a Dixonova testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Výsledky porovnání prezentuje Tab. 10:

Tab. 10 Souhrnné porovnání jednotlivých hodnocených kategorií učebních textů pomocí Deanova a Dixonova testu. Postup vyhodnocení a velikost konstanty $Q_{k; n=4}$ byly převzaty z [48].

Seřazení průměrných hodnocení jednotlivých učebních textů:	1, 08; 1, 25; 1, 40; 1, 52	
Rozpětí:	0, 433	(= maximum – minimum)
Q_1	0, 385	(= rozdíl dvou nejnižších hodnot vydělený Rozpětím)
Q_n	0, 269	(= rozdíl dvou nejvyšších hodnot vydělený Rozpětím)
$Q_{k; n=4}$	0, 765	(konstanta na hladině významnosti $\alpha = 0,05$)

Protože je $Q_1 < Q_{k; n=4}$ a zároveň $Q_n < Q_{k; n=4}$, nelze žádný z porovnávaných výsledků interpretovat jako výsledek odlehlý — tzn. z pohledu hodnocení jsou všechny posuzované kategorie srovnatelné.

Na základě uvedeného hodnocení lze vyslovit domněnku, že vytvořené studijní materiály při nasazení během plně distanční výuky obstály. Tuto domněnku podporují i reakce žáků Gymnasia Botičská na poslední, otevřenou, otázku dotazníku:

„Materiálům dávám velký palec nahoru, za mě byly skvělé.“

„Vaše výuka se mi líbila a materiály byly dobře zpracované. Velmi se mi líbilo to "propojení" chemie s naším obyčejným světem. :)“

„Moc děkujeme za vaši práci! Oceňuji na začátku každého materiálu motivaci, která mě vždycky nažhavía. Všechny prac. listy byly pěkně graficky zpracované, hodně odkazů pro zájemce, to je to nejlepší, co můžete nabídnout (protože kdo chce, obohatí se, kdo ne, jede dál). Rozsahem byly listy rozumné, obsahem naprosto dostačující a i s přidanou hodnotou. Ještě jednou: PĚKNÁ PRÁCE!“

„Líbily se mi zajímavé doplňující informace k tématu z běžného života (mýdlo x desinfekce, význam vitamínu C...) díky :)“

„Všechny materiály byly hrozně super a pomohly mi. Je vidět, že učíte rád a to je moc fajn.“

„Chtěla bych Vám moc poděkovat za Vaši skvělou práci. Upřímně chemie není moc můj obor ale na Botičské mě s panem profesorem Šimou baví. Někdy se trochu bojím, že od někoho jiného to už vůbec nepochopím, ale spletla jsem se. Vaše materiály byly naprosto úžasné, zábavné, přehledné a hlavně zajímavé. Přeju Vám hodně štěstí do Vaší kariéry. Budete vážně skvělý profesor!“

„Líbily se mi otázky na začátku materiálu, kdy postupně v textu jsem se dopracovala k odpovědi. Vaše komentáře množství textu zpestřily a působilo to více „živě“. V porovnání s profesorem Šimou množství informací bylo menší, připadám si o něco ochuzená, nebo že mi nějaká informace bude chybět v budoucnu. Jinak se mi vypracování materiálů líbilo a bylo pro mě přínosné a přehledné.“

„Pracovní listy se mi velice zamlouvaly. Byly přehledné a hezky se vypracovávaly. Jediné, co bych občas vytkla, ale pouze z výukového hlediska, bylo, že občas mi text připadal více povídací, než že by tam bylo velké množství informací. Doplňky mě ale bavily (viz ucpaný kanál u lipidů apod.), takže za mě velmi dobré. :-)“

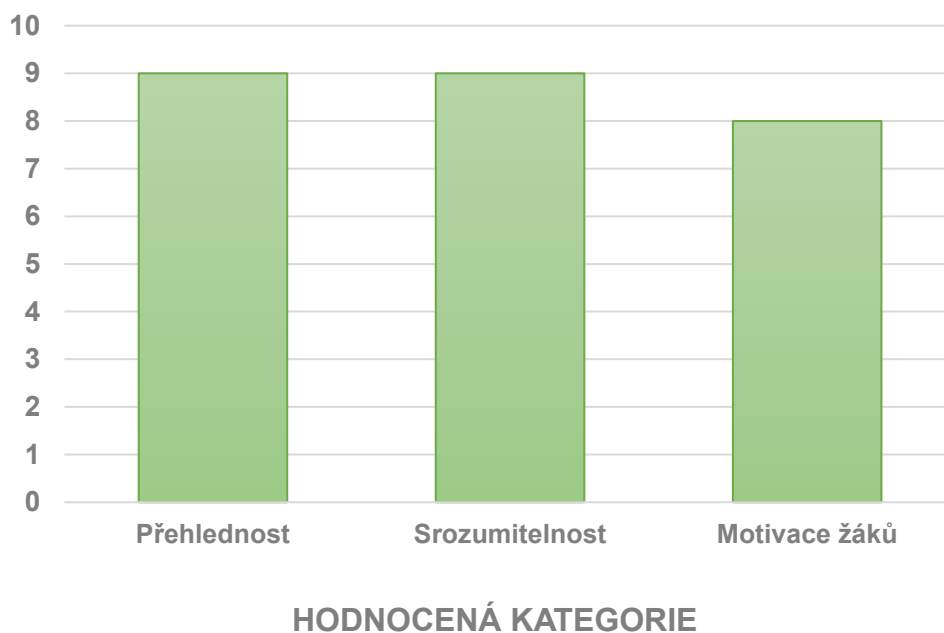
5.4.2 Studijní texty — Gymnasium Josefa Jungmanna v Litoměřicích

Na tomto gymnasiu byly hodnoceny materiály Fotosyntéza a Biochemická energetika. Narozdíl od evaluace učebních textů na Gymnasiu Botičská, kde použité materiály hodnotili žáci, byla tentokrát o zpětnou vazbu požádána přímo vyučující, jež s materiály pracovala. Rovněž došlo k přeformulování otázky, která v dotazníku pro žáky (viz přílohu D) zjišťovala rozsah učiva a v následném hodnocení dopadla nejhůře (viz přechází kapitolu) — to, jak byla otázka položena, totiž umožňovalo zjistit pouze, zda žáci považují množství učiva v hodnocených materiálech za přiměřené, či nikoliv, avšak už nebylo lze dále určit, jestli „nepřiměřené množství učiva“ znamená, že je ho moc, nebo naopak málo.

Výsledky nasazení výukových materiálů na Gymnasium Josefa Jungmanna v Litoměřicích, hodnocených dle dotazníku přiloženého na konci práce (viz přílohu E), jsou zpracovány v grafech na Obr. 23 a Obr. 24. U kategorií přehlednost, srozumitelnost a motivace žáků platí, že čím vyšší bodové skóre (na škále od 0 do 10), tím lepšího hodnocení materiály v dané kategorii dosáhly.

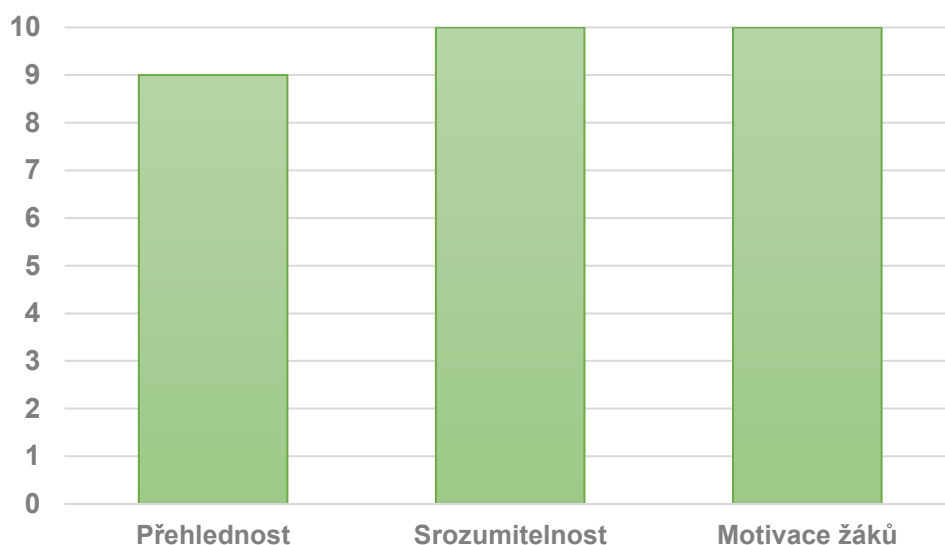
Kategorie rozsah učiva byla vyhodnocována zvlášť: při použití téže bodové škály od 0 do 10 je zde za nejlepší výsledek považováno hodnocení stupněm 5 (nejvyšší bodové skóre by obdržel materiál, který by množstvím učiva žáky zcela přehltl, a hodnocení stupněm 0 by naopak znamenalo, že rozsah učiva je nedostatečný).

HODNOCENÍ



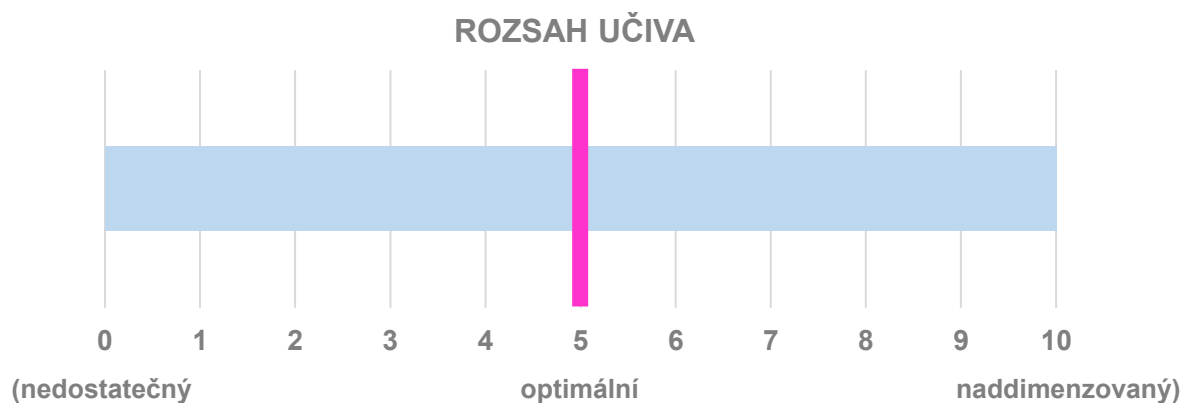
Obr. 23 Výsledky souhrnného hodnocení studijních materiálů na Gymnasiu Josefa Jungmanna.

HODNOCENÍ



HODNOCENÁ KATEGORIE

Obr. 25 Výsledky souhrnného hodnocení studijních materiálů Aminokyseliny a peptidy, Glykolýza, Fotosyntéza, Biochemická energetika, Ornithinový cyklus a acidobazická rovnováha provedeného vyučující Arcibiskupského gymnasia v Praze 2.



Obr. 26 Výsledek souhrnného hodnocení učebních textů v kategorii rozsah učiva provedeného vyučující Arcibiskupského gymnasia v Praze 2.

Jak je z Obr. 25 a Obr. 26 patrné, učebním textům se na Arcibiskupském gymnasiu dostalo ještě lepšího ohodnocení než na Gymnasiu Josefa Jungmanna v Litoměřicích, neboť hned ve třech kategoriích z celkových čtyř materiály získaly nejlepší možné skóre.

Vzhledem k menšímu vzorku získaných odpovědí nebyly výsledky hodnocení z Gymnasia Josefa Jungmanna a z Arcibiskupského gymnasia podrobeny zevrubnější statistické analýze.

5.4.4 Vizualizace a 3D model GA-3P DH — Gymnasium dr. A. Hrdličky v Humpolci

Z provedených rozhovorů s vyučujícími tříd, při jejichž výuce byl sádrový model GA-3P DH z 3D tiskárny použit, vyplynuly poznatky shrnuté v Tab. 11. Z časových důvodů nebyly ve výuce využity přidružené pracovní listy ani interaktivní vizualizace dostupné na serveru Sketchfab [44] či prostřednictvím mobilní aplikace MergeCube [45].

Tab. 11 Výsledky nasazení sádrového modelu enzymu *glyceraldehyd-3-fosfátdehydrogenasy* z 3D tiskárny do výuky na Gymnasiu dr. A. Hrdličky v Humpolci.

KLADNÉ STRÁNKY	ZÁPORNÉ STRÁNKY A NEDOSTATKY
možnost použít model při probírání vícera témat týkajících se enzymů (přítomnost kofaktoru, inhibice...)	nízká selektivita substrátů (např. GA-3P je poměrně symetrický, tudíž jej do aktivního místa lze vložit několika způsoby; to, že některé z nich nejsou správné, se pak žákům špatně vysvětluje)
velikost (model na katedře vidí i žáci ze zadních lavic)	i při dobré velikosti jsou substráty stále poměrně malé a méně šikovným jedincům se s nimi může hůře manipulovat → vyučující by uvítal ještě jeden, větší, model — „ZOOM na aktivní centrum“
odolnost modelu vůči mechanickému poškození při běžném zacházení	interakce mezi magnety jsou velmi slabé (kdyby byly silnější, částečně by se vyřešil výše uvedený problém se selektivitou)
vysoký potenciál aktivizovat žáky	
vzhled modelu (údajně zazněl názor, že by si ho žák koupil i jako dekoraci do bytu)	

6. DISKUSE

Na počátku práce byla zmíněna některá úskalí, se kterými se výuka biochemie na českých středních školách potýká. Protože je biochemie zpravidla poslední oblastí, která se v rámci výuky předmětu chemie probírá, nezbyvá na ni mnohdy dostatek času a náplň učiva se tak často omezuje jen na výčet nejdůležitějších informací a někdy pak není prostor na zdůraznění vzájemných souvislostí či vztahů učiva ke každodennímu životu.

Výsledkem uvedeného pak je, že žáci vnímají biochemii jako nelogickou, příliš abstraktní a tím pádem složitou. Přitom biochemie a její poznatky se bezprostředně dotýkají každého z nás — už jen proto, že každý člověk je živý organismus.

S cílem přispět ke zlepšení aktuální situace byla zpracována tato diplomová práce. V první fázi byla provedena analýza vybraných učebnic (bio)chemie dostupných na českém trhu. Při té bylo zjištěno, že většina učebnic obsahuje jen velmi málo obrazového materiálu, značné množství překlepů a chyb, často schází také opakovací a/nebo motivační otázky a grafické zpracování (černobílý nebo pouze dvoubarevný tisk) není optimální, což plně potvrzuje dříve provedené závěry — kupř. se lze zcela ztotožnit s Kudrnovou kritizující chabé grafické zpracování učebnic [13], stejně tak lze souhlasit i s Fendrychovou ve věci nedostatečného množství obrázků v učebnicích [14]. Naopak není možné bezvýhradně souhlasit s přílišnou orientací na zapamatování fakt, což učebnicím Fendrychová vytýká [14], neboť tím, kdo určuje, co si žáci mají zapamatovat a do jaké míry, bude stejně nakonec učitel.

Nejlepšího výsledku v rámci této diplomové práce dosáhla učebnice Chemie pro střední školy [15], kterou, ve srovnání s ostatními učebnicemi, kladně hodnotí i Roštejnská [12]. Shoda s Roštejnskou panuje též ve věci hodnocení publikace Chemie v kostce II — organická chemie a biochemie [38], jejíž výsledek patří zde i u Roštejnské [12] k nejslabším. Druhá v této práci nejlépe hodnocená publikace, Odmaturuj z chemie [39], však v hodnocení Roštejnské [12] téměř propadla, což znovuotevívá otázku volby metody analýzy učebnic a nastavení hodnotících kritérií.

Inspirací, jak vytvořit kvalitní dílo, může pro budoucí autory učebnic být např. kniha Organická chemie od Johna McMurryho [51] obsahující spoustu reakčních schémat, a to navíc barevných, které výrazně napomáhají pochopení učiva. Ač se jedná o knihu vysokoškolskou, nic to nemění na skutečnosti, že podobně zpracovaný titul, ovšem pro žáky středních škol, na českém trhu chybí.

V souvislosti s biochemickými tématy lze jakožto podnětnou inspiraci zmínit ještě např. Barevný atlas biochemie [52], avšak i ten je určen primárně pro studenty vysokých škol.

Na základě poznatků vzešlých z uskutečněné analýzy učebnic a platných didaktických zásad [41] byl následně vytvořen ucelený soubor učebních textů s úkoly a dvě výukové prezentace. S pomocí těchto materiálů lze zajistit výuku téměř všech biochemických témat uvedených v RVP G [4]. Nebylo zpracováno téma Nukleové kyseliny, které se částečně probírá i v biologii, což vede k předpokladu, že žáci se s tímto tématem setkají hned dvakrát (jednou v biologii a jednou v chemii) a potřeba vytvářet na toto téma další výukové materiály už tak není natolik akutní. Dále nebylo zpracováno téma Polysacharidy, s nímž se počítá coby s úkolem pro domácí samostudium, a také téma Vitamíny a hormony, u kterého se díky výraznému mezioborovému přesahu nabízí spousta možností, jak jej může vyučující pojmout.

Učební texty obsahují též opakovací otázky a protože je pro žáky důležitá okamžitá zpětná vazba, byla dále naprogramována webová stránka, která umožňuje odpovědi žáků na řečené opakovací otázky automaticky vyhodnotit. Díky tomu, že vytvořené materiály podněcují samostatnou aktivitu žáků, je možné jejich použití i při distanční formě výuky, kde se, soudě podle výsledků hodnocení z Gymnasia Botičská, osvědčily. Učitelům pak je k dispozici brožura s autorským řešením průběžných úkolů v učebních textech, což by jim mělo usnadnit přípravu do hodin.

Aby nebyly vytvářené didaktické materiály příliš monotónní, byly v další etapě práce vytvořeny interaktivní 3D vizualizace dvou příkladů enzymů včetně substrátů, které si žáci mohou prohlížet na obrazovce notebooku, mobilního telefonu nebo tabletu. Tím dochází i k zapojení ICT technologií do výuky. Model GA-3P DH pak byl navíc vytisknut barevně na 3D tiskárně, čímž vznikla zbrusu nová didaktická pomůcka, která je v kontextu českého školství pravděpodobně úplnou novinkou.

Poslední část práce se zabývala ověřováním kvality vytvořených materiálů při běžné výuce. Podařilo se nasadit všechny vytvořené učební texty i model GA-3P DH z 3D tiskárny. Jediné dosud neověřené tak zůstávají pouze výukové prezentace. Na základě obdržené zpětné vazby (viz zejm. Tab. 11 na str. 58) pak vznikají náměty pro případné budoucí činnosti spočívající především v dalším zkvalitnění technologie 3D tisku, vyřešení příliš slabých interakcí mezi magnety a zpřístupnění modelů široké veřejnosti.

7. ZÁVĚR

Úkolem řešeným v rámci této diplomové práce byla příprava didaktických materiálů pro podporu výuky biochemie na středních školách s všeobecným zaměřením. Nejprve byla provedena analýza vybraných středoškolských učebnic, která poukázala na jejich nejčastější nedostatky, mezi něž patří málo obrazového materiálu, chudé grafické zpracování (černobílý nebo pouze dvoubarevný tisk), absence opakovacích otázek, značné množství překlepů a chyb atp.

S poučením z výsledků uskutečněné analýzy bylo vytvořeno 8 učebních textů s úkoly v celkovém rozsahu 95 stran. Texty pokrývají téměř celé učivo biochemie uvedené v RVP G, a to přehlednou a srozumitelnou formou, s uvedením souvislostí a vztahů předkládaného učiva ke každodennímu životu. Součástí učebních textů jsou také opakovací otázky, k nimž byl naprogramován web umožňující automaticky vyhodnotit, co žáci na tyto otázky odpovědí a který tak žákům poskytuje okamžitou zpětnou vazbu. Sadu materiálů dále doprovázejí dvě výukové prezentace a brožura s autorským řešením úkolů, která je určena pro učitele.

V další fázi bylo vytvořeno několik interaktivních vizualizací, které žákům poskytují možnost prohlížet si na obrazovce notebooku, mobilního telefonu či tabletu 3D modely dvou enzymů — GA-3P DH a TPI, vždy včetně substrátů, resp. produktů příslušných reakcí. Model GA-3P DH pak byl ještě vytisknut na plnobarevné 3D tiskárně, čímž vznikla další materiální didaktická pomůcka využitelná při výuce. Pro tyto účely byly modely doplněny pracovním listem.

Všechny zpracované učební texty a model enzymu z 3D tiskárny byly nakonec nasazeny do reálné výuky na různých středních školách, kde se jim dostalo vesměs kladného ohodnocení jak od vyučujících, tak také od samotných žáků. Učební texty navíc obstály i v době distanční výuky. Na základě výše uvedeného lze konstatovat, že **cíle této diplomové práce byly naplněny.**

SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ

- [1] AION CS. *Zákon č. 561/2004 Sb. - Zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon)* [online]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-561> [cit. 30. 5. 2021].
- [2] Šulcová, R. *Aktivizační metody a formy práce v chemickém vzdělávání v kontextu RVP - zaměřeno na přípravu učitelů chemie*. Disertační práce: PřF UK, Praha, **2008**.
- [3] edu.cz. *RVP – Rámcové vzdělávací programy – edu.cz* [online]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp/> [cit. 30. 5. 2021].
- [4] edu.cz. *RVPG-2007-07_final* [online]. Dostupné z: https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2020/08/RVPG-2007-07_final.pdf [cit. 30. 5. 2021].
- [5] Pospíšilová, J. *Výzkum úrovně osvojeného kurikula žáky ve výchově ke zdraví na konci 9. ročníku ZŠ v Olomouci*. Diplomová práce: PedF UPOL, Olomouc, **2015**.
- [6] Gymnázium Botičská. *08-Chemie* [online]. Dostupné z: <http://www.gybot.cz/data/h/Z/X/08-Chemie.pdf> [cit. 30. 5. 2021].
- [7] Gymnázium Jaroslava Heyrovského. *ŠVP* [online]. Dostupné z: https://www.gymjh.cz/wp/wp-content/uploads/2020/10/SVP-GJH_2020_09_01.pdf [cit. 30. 5. 2021].
- [8] Slovanské gymnázium Olomouc. *Školní vzdělávací program - vyšší gymnázium* [online]. Dostupné z: https://www.sgo.cz/uploads/page/20/doc/%C5%A0VP_vy%C5%A1%C5%A1%C3%AD_gymn%C3%A1zium.pdf [cit. 30. 5. 2021].
- [9] Stránská, Z.; Blažková, H. *Motivace žáků k učení*. Sborník prací Filozofické fakulty brněnské univerzity: FF MU, Brno, **2001**.
- [10] Klečka, M. *Teorie a praxe tvorby učebnic chemie pro střední školy*. Disertační práce: PřF UK, Praha, **2011**.
- [11] MŠMT ČR. *Schvalovací doložky učebnic MŠMT ČR* [online]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/file/32170/download/> [cit. 31. 5. 2021].
- [12] Roštejnská, M. *Biochemie ve středoškolském vzdělávání*. Disertační práce: PřF UK, Praha, **2008**.

- [13] Kudrnová, T. *Bílkoviny v učivu chemie na základních a středních školách*. Bakalářská práce: PřF UK, Praha, **2008**.
- [14] Fendrychová, A. *Nové materiály na podporu výuky Biochemie na SŠ, Proteiny*. Diplomová práce: PřF UK, Praha, **2010**.
- [15] Banýr, J.; Beneš, P.; Hally, J.; Holada, K.; Novotný, P.; Pospíšil, J. *Chemie pro střední školy*. SPN, Praha, **1995**.
- [16] Skalková, J. *Obecná didaktika*. Grada, Praha, **2007**.
- [17] Maňák, J.; Švec, V. *Výukové metody*. Paido, Brno, **2003**.
- [18] Chauca, M.; Chauca, C. *LEARNING METHODOLOGY BASED ON ACTION WITH ACTIVE ACTIVITY EMPHASIS USING SUCCESSIVE REPETITIONS* [online]. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/stampPDF/getPDF.jsp?tp=&arnumber=8629672&ref=aHR0cHM6Ly9pZWVleHBsb3JlLmlZlZWUub3JnL3N0YW1wL3N0YW1wLmpzcD90cD0mYXJudW1iZXI9ODYyOTY3Mg==&tag=1> [cit. 7. 6. 2021].
- [19] Makshakova, O.N.; Semenyuk, P.I.; Kuravsky, M.L.; Ermakova, E.A.; Zuev, Y.F.; Muronetz, V.I. *Structural basis for regulation of stability and activity in glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenases. Differential scanning calorimetry and molecular dynamics*. Journal of Structural Biology. **2015**, 190, 224–35.
- [20] BRENDA enzymes. *BRENDA - Information on EC 1.2.1.12 - glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (phosphorylating)* [online]. Dostupné z: <https://www.brenda-enzymes.org/enzyme.php?ecno=1.2.1.12> [cit. 9. 6. 2021].
- [21] Karlson, P. *Základy biochemie*. 3. vydání: Academia, Praha, **1981**.
- [22] Martínek, V. *Biochemie III (b)*. Přednáška: PřF UK, Praha, **2020**.
- [23] Jenkins, J.L.; Tanner, J.J. *High-resolution structure of human d-glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase*. Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography. **2006**, 62, 290–301.
- [24] Skarżński, T.; Moody, P.C.E.; Wonacott, A.J. *Structure of holo-glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase from Bacillus stearothermophilus at 1.8 Å resolution*. Journal of Molecular Biology. **1987**, 193, 171–87.

- [25] RCSB Protein Data Bank. *RCSB PDB - 1ZNQ: Crystal Structure of Human Liver GAPDH* [online]. Dostupné z: <https://www.rcsb.org/3d-view/1ZNQ/1> [cit. 10. 6. 2021].
- [26] Reis, M.; Alves, C.N.; Lameira, J.; Tuñón, I.; Martí, S.; Moliner, V. *The catalytic mechanism of glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase from Trypanosoma cruzi elucidated via the QM/MM approach*. *Physical Chemistry Chemical Physics*. **2013**, *15*, 3772–85.
- [27] Rovetto, M.J.; Lamberton, W.F.; Neely, J.R. *Mechanisms of glycolytic inhibition in ischemic rat hearts*. *Circulation Research*. **1975**, *37*, 742–51.
- [28] Mochizuki, S.; Neely, J.R. *Control of glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase in cardiac muscle*. *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*. **1979**, *11*, 221–36.
- [29] Amelunxen, R.; Grisolia, S. *The Mechanism of Triosephosphate Dehydrogenase Inactivation by Reduced Diphosphopyridine Nucleotide*. *Journal of Biological Chemistry*. **1962**, *237*, 3240–44.
- [30] Wang, C.-S.; Alaupovic, P. *Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase from human erythrocyte membranes. Kinetic mechanism and competitive substrate inhibition by glyceraldehyde 3-phosphate*. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. **1980**, *205*, 136–45.
- [31] Maurer, J.; Bovo, F.; Gomes, E.; Loureiro, H.; Stevan, F.; Zawadzki-Baggio, S.; Nakano, M. *Kinetic Data of D-Glyceraldehyde-3-Phosphate Dehydrogenase from HeLa Cells*. *Current Enzyme Inhibition*. **2015**, *11*, 124–31.
- [32] UniProt Consortium. *TPI1 - Triosephosphate isomerase - Homo sapiens (Human) - TPI1 gene & protein* [online]. Dostupné z: <https://www.uniprot.org/uniprot/P60174> [cit. 10. 6. 2021].
- [33] BRENDA enzymes. *BRENDA - Information on EC 5.3.1.1 - triose-phosphate isomerase* [online]. Dostupné z: <https://www.brenda-enzymes.org/enzyme.php?ecno=5.3.1.1> [cit. 10. 6. 2021].
- [34] Sikorová, Z. *Hodnocení a výběr učebnic v praxi*. Metodická příručka: PedF OU, Ostrava, **2007**.
- [35] Dvořáčková, S. *Chemie pro každého — rychlokurz chemie*. 1. vydání: Rubico, Olomouc, **2011**.

- [36] Mareček, A.; Honza, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia 3. díl*. 1. vydání: Nakladatelství Olomouc, **2005**.
- [37] Vacík, J.; Barthová, J.; Pacák, J. *Přehled středoškolské chemie*. 4. vydání: SPN, Praha, **1999**.
- [38] Kotlík, B.; Růžičková, K. *Chemie v kostce II — organická chemie a biochemie*. 1. vydání: Fragment, Havlíčkův Brod, **1997**.
- [39] Benešová, M.; Satrapová, H. *Odmaturuj z chemie*. 1. vydání: Didaktis, Brno, **2002**.
- [40] Vodrážka, Z. *Biochemie pro studenty středních škol a všechny, které láká tajemství živé přírody*. 1. vydání: Scientia, Praha, **1998**.
- [41] Fontana, D.; (překlad K. Balcar). *Psychologie ve školní praxi (příručka pro učitele)*. 4. vydání: Portál, Praha, **2014**.
- [42] pdfescape.com. *PDFescape - Free Online PDF Editor, PDF Form Filler & PDF Viewer* [online]. Dostupné z: <https://www.pdfescape.com/open/> [cit. 3. 7. 2021].
- [43] RCSB Protein Data Bank. *RCSB PDB - 1K3T: Structure of Glycosomal Glyceraldehyde-3-Phosphate Dehydrogenase from Trypanosoma cruzi Complexed with Chalepin, a Coumarin Derivative Inhibitor* [online]. Dostupné z: <https://www.rcsb.org/structure/1k3t> [cit. 20. 6. 2021].
- [44] Sketchfab. *Newsfeed - Sketchfab* [online]. Dostupné z: <https://sketchfab.com/feed> [cit. 11. 7. 2021].
- [45] Merge Labs, Inc. *Making a Merge Paper Cube* [online]. Dostupné z: <https://support.mergeedu.com/hc/en-us/articles/360052933492-Making-a-Merge-Paper-Cube> [cit. 11. 7. 2021].
- [46] RCSB Protein Data Bank. *RCSB PDB - 1HTI: CRYSTAL STRUCTURE OF RECOMBINANT HUMAN TRIOSEPHOSPHATE ISOMERASE AT 2.8 ANGSTROMS RESOLUTION. TRIOSEPHOSPHATE ISOMERASE RELATED HUMAN GENETIC DISORDERS AND COMPARISON WITH THE TRYPANOSOMAL ENZYME* [online]. Dostupné z: <https://www.rcsb.org/structure/1hti> [cit. 5. 7. 2021].
- [47] Lodi, P.J.; Chang, L.C.; Knowles, J.R.; Komives, E.A. *Triosephosphate Isomerase Requires a Positively Charged Active Site: The Role of Lysine-12*. *Biochemistry*. **1994**, 33, 2809–14.

- [48] Katedra analytické chemie Univerzity Karlovy. *Základní praktikum z analytické chemie - rozvrh úloh a návody k praktiku z analytické chemie* [online]. Dostupné z: <https://web.natur.cuni.cz/analchem/zprakt/navody.pdf> [cit. 11. 7. 2021].
- [49] Katedra učitelství a didaktiky chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. *Studium chemie, PřF UK – Portál PřF UK pro podporu výuky chemie na SŠ a ZŠ* [online]. Dostupné z: <https://studiumchemie.cz/> [cit. 3. 7. 2021].
- [50] Stránský, J.; Klisnička, M. *Online opakování z biochemie* [online]. Dostupné z: <http://exp.er.cz/> [cit. 3. 7. 2021].
- [51] McMurry, J.; (překlad J. Jonas). *Organická chemie*. 1. vydání-dotisk: VUTIUM, Brno, **2007**.
- [52] Koolman, J.; Röhm, K.-H.; Wirth, J.; (překlad V. Benda a M. Vejražka). *Barevný atlas biochemie*. Překlad 4. vydání: Grada Publishing a.s., **2012**.

SEZNAM PŘÍLOH

- PŘÍLOHA A: výsledky hodnocení učebnic v rastroch
- PŘÍLOHA B: soubor učebních textů s úkoly a brožura pro učitele s autorským řešením úkolů (samostatný svazek)
- PŘÍLOHA C: výukové prezentace (CD-ROM)
- PŘÍLOHA D: evaluační dotazník pro žáky použitý na Gymnasiu Botičská
- PŘÍLOHA E: evaluační dotazník pro učitele
- PŘÍLOHA F: pracovní listy k vizualizačním pomůckám (CD-ROM)

PŘÍLOHA A

Hodnocená učebnice: *Chemie pro čtyřletá gymnázia 3. díl*

KRITÉRIA		BODY		
I. KATEGORIE: Přehlednost		MAX. 12		
1	Má učebnice přehlednou strukturu? Navazují na sebe logicky kapitoly a témata? Je učebnice dobře rozčleněná?	ano 6	část. 3	ne 0
2	Je vnitřní struktura textů v učebnici přehledná? (Jsou pojmy řazeny v logické posloupnosti? Navazují na sebe věty?...)	ano 6	část. 3	ne 0
II. KATEGORIE: Přiměřená obtížnost textu a rozsah učiva		MAX. 12		
1	Jsou zadání úloh a cvičení a formulace otázek v učebnici jasné a srozumitelné?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné?	ano 4	část. 2	ne 0
3	Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?	ano 3	část. 1,5	ne 0
III. KATEGORIE: Odborná správnost		MAX. 12		
1	Obsahuje učivo v učebnici odborně správné poznatky?	ano 6	část. 3	ne 0
2	Odpovídají poznatky v učebnici současnému stavu vědy, kultury a praxe?	ano 6	část. 3	ne 0
IV. KATEGORIE: Motivační charakteristiky		MAX. 10		
1	Je učivo v učebnici vztažené k praxi (příklady, situace ze života, význam poznatků a dovedností pro praxi apod.)?	ano 4	část. 2	ne 0
2	Jsou výběr učiva v učebnici, úlohy a otázky pro žáky zajímavé?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Jsou v učebnici používány grafické prostředky k řízení pozornosti? (grafické odlišení různých typů učiva, přehledné členění textu, zdůraznění klíčových pojmů a definic aj.)	ano 3	část. 1,5	ne 0
V. KATEGORIE: Řízení učení		MAX. 10		
1	Vyžadují úlohy také řešení problémů, objevování, tvořivou činnost apod. a ne jen reprodukci učiva?	ano 3	část. 1,5	ne 0
2	Vedou texty v učebnici k uvažování, kritickému myšlení, hodnocení aj.?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Poskytuje učebnice dostatek možností k procvičování, upevňování a opakování učiva?	ano 2	část. 1	ne 0
4	Obsahují texty a úlohy podněty k samostatné práci a skupinové činnosti žáků?	ano 2	část. 1	ne 0
VI. KATEGORIE: Obrazový materiál		MAX. 10		
1	Jsou ilustrace, tabulky, schemata, mapky a grafy v učebnici jasné a smysluplné?	ano 4	část. 2	ne 0
2	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu (objasňuje, ilustruje, nahrazuje výklad názornější formou apod.)?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který je pro žáky přitažlivý?	ano 3	část. 1,5	ne 0
VII. KATEGORIE: Shoda s kurikulárními dokumenty		MAX. 8		
1	Je výběr učiva v učebnici v souladu s kurikulárními dokumenty (učební plán, osnovy, vzdělávací program...)?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Jsou cíle výuky v zásadě dosažitelné prostřednictvím studia textů a vypracovávání učebních úloh prezentovaných v učebnici?	ano 3	část. 1,5	ne 0
VIII. KATEGORIE: Cena, dostupnost učebnice		MAX. 8		
1	Je cena učebnice přiměřená (vzhledem k cenám jiných učebnic na trhu)?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Je cena doplňkových materiálů k učebnici (např. pracovního sešitu, příručky pro učitele, kazet, počítačových programů atd.) dostupná?	ano 3	část. 1,5	ne 0
IX. KATEGORIE: Ergonomické a typografické vlastnosti		MAX. 8		
1	Jsou druh a velikost písma v učebnici přiměřené?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Je vazba učebnice trvalá a odolná a papír kvalitní?	ano 3	část. 1,5	ne 0
XI. KATEGORIE: Diferenciace učiva a úloh		MAX. 6		
1	Obsahuje učebnice rozšiřující učivo a úlohy pro nadané žáky?	ano 3	část. 1,5	ne 0
2	Obsahuje učebnice odlišné úlohy z hlediska obtížnosti (pro průměrné i podprůměrné žáky)?	ano 3	část. 1,5	ne 0
XIII. KATEGORIE: Zpracování učiva		MAX. 4		
1	Je odborný obsah v učebnici prezentován též ve vztahu k jiným oborům?	ano 1	část. 0,5	ne 0
2	Je učivo v učebnici soustředěné kolem několika základních témat? (tzn. spíše méně vybraných témat do hloubky, než mnoho poznatků povrchně)	ano 1	část. 0,5	ne 0
3	Jsou některé poznatky v učebnici prezentované z několika úhlů pohledu, různých perspektiv?	ano 1	část. 0,5	ne 0
4	Je v učebnici vysvětleno, proč je nutné učit se určité poznatky a dovednosti?	ano 1	část. 0,5	ne 0
SOUČET (MAX. 100):		71,5		

Hodnocená učebnice: **Přehled středoškolské chemie**

KRITÉRIA		BODY		
I. KATEGORIE: Přehlednost		MAX. 12		
1	Má učebnice přehlednou strukturu? Navazují na sebe logicky kapitoly a témata? Je učebnice dobře rozčleněná?	ano 6	část. 3	ne 0
2	Je vnitřní struktura textů v učebnici přehledná? (Jsou pojmy řazeny v logické posloupnosti? Navazují na sebe věty?...)	ano 6	část. 3	ne 0
II. KATEGORIE: Přiměřená obtížnost textu a rozsah učiva		MAX. 12		
1	Jsou zadání úloh a cvičení a formulace otázek v učebnici jasné a srozumitelné?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné?	ano 4	část. 2	ne 0
3	Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?	ano 3	část. 1,5	ne 0
III. KATEGORIE: Odborná správnost		MAX. 12		
1	Obsahuje učivo v učebnici odborně správné poznatky?	ano 6	část. 3	ne 0
2	Odpovídají poznatky v učebnici současnému stavu vědy, kultury a praxe?	ano 6	část. 3	ne 0
IV. KATEGORIE: Motivační charakteristiky		MAX. 10		
1	Je učivo v učebnici vztažené k praxi (příklady, situace ze života, význam poznatků a dovedností pro praxi apod.)?	ano 4	část. 2	ne 0
2	Jsou výběr učiva v učebnici, úlohy a otázky pro žáky zajímavé?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Jsou v učebnici používány grafické prostředky k řízení pozornosti? (grafické odlišení různých typů učiva, přehledné členění textu, zdůraznění klíčových pojmů a definic aj.)	ano 3	část. 1,5	ne 0
V. KATEGORIE: Řízení učení		MAX. 10		
1	Vyžadují úlohy také řešení problémů, objevování, tvořivou činnost apod. a ne jen reprodukci učiva?	ano 3	část. 1,5	ne 0
2	Vedou texty v učebnici k uvažování, kritickému myšlení, hodnocení aj.?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Poskytuje učebnice dostatek možností k procvičování, upevňování a opakování učiva?	ano 2	část. 1	ne 0
4	Obsahují texty a úlohy podněty k samostatné práci a skupinové činnosti žáků?	ano 2	část. 1	ne 0
VI. KATEGORIE: Obrazový materiál		MAX. 10		
1	Jsou ilustrace, tabulky, schemata, mapky a grafy v učebnici jasné a smysluplné?	ano 4	část. 2	ne 0
2	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu (objasňuje, ilustruje, nahrazuje výklad názornější formou apod.)?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který je pro žáky přitažlivý?	ano 3	část. 1,5	ne 0
VII. KATEGORIE: Shoda s kurikulárními dokumenty		MAX. 8		
1	Je výběr učiva v učebnici v souladu s kurikulárními dokumenty (učební plán, osnovy, vzdělávací program...)?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Jsou cíle výuky v zásadě dosažitelné prostřednictvím studia textů a vypracovávání učebních úloh prezentovaných v učebnici?	ano 3	část. 1,5	ne 0
VIII. KATEGORIE: Cena, dostupnost učebnice		MAX. 8		
1	Je cena učebnice přiměřená (vzhledem k cenám jiných učebnic na trhu)?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Je cena doplňkových materiálů k učebnici (např. pracovního sešitu, příručky pro učitele, kazet, počítačových programů atd.) dostupná?	ano 3	část. 1,5	ne 0
IX. KATEGORIE: Ergonomické a typografické vlastnosti		MAX. 8		
1	Jsou druh a velikost písma v učebnici přiměřené?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Je vazba učebnice trvalá a odolná a papír kvalitní?	ano 3	část. 1,5	ne 0
XI. KATEGORIE: Diferenciace učiva a úloh		MAX. 6		
1	Obsahuje učebnice rozšiřující učivo a úlohy pro nadané žáky?	ano 3	část. 1,5	ne 0
2	Obsahuje učebnice odlišné úlohy z hlediska obtížnosti (pro průměrné i podprůměrné žáky)?	ano 3	část. 1,5	ne 0
XIII. KATEGORIE: Zpracování učiva		MAX. 4		
1	Je odborný obsah v učebnici prezentován též ve vztahu k jiným oborům?	ano 1	část. 0,5	ne 0
2	Je učivo v učebnici soustředěné kolem několika základních témat? (tzn. spíše méně vybraných témat do hloubky, než mnoho poznatků povrchně)	ano 1	část. 0,5	ne 0
3	Jsou některé poznatky v učebnici prezentované z několika úhlů pohledu, různých perspektiv?	ano 1	část. 0,5	ne 0
4	Je v učebnici vysvětleno, proč je nutné učit se určité poznatky a dovednosti?	ano 1	část. 0,5	ne 0
SOUČET (MAX. 100):		63		

Hodnocená učebnice: *Chemie v kostce II – organická chemie a biochemie*

KRITÉRIA		BODY		
I. KATEGORIE: Přehlednost		MAX. 12		
1	Má učebnice přehlednou strukturu? Navazují na sebe logicky kapitoly a témata? Je učebnice dobře rozčleněná?	ano 6	část. 3	ne 0
2	Je vnitřní struktura textů v učebnici přehledná? (Jsou pojmy řazeny v logické posloupnosti? Navazují na sebe věty?...)	ano 6	část. 3	ne 0
II. KATEGORIE: Přiměřená obtížnost textu a rozsah učiva		MAX. 12		
1	Jsou zadání úloh a cvičení a formulace otázek v učebnici jasné a srozumitelné?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné?	ano 4	část. 2	ne 0
3	Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?	ano 3	část. 1,5	ne 0
III. KATEGORIE: Odborná správnost		MAX. 12		
1	Obsahuje učivo v učebnici odborně správné poznatky?	ano 6	část. 3	ne 0
2	Odpovídají poznatky v učebnici současnému stavu vědy, kultury a praxe?	ano 6	část. 3	ne 0
IV. KATEGORIE: Motivační charakteristiky		MAX. 10		
1	Je učivo v učebnici vztažené k praxi (příklady, situace ze života, význam poznatků a dovedností pro praxi apod.)?	ano 4	část. 2	ne 0
2	Jsou výběr učiva v učebnici, úlohy a otázky pro žáky zajímavé?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Jsou v učebnici používány grafické prostředky k řízení pozornosti? (grafické odlišení různých typů učiva, přehledné členění textu, zdůraznění klíčových pojmů a definic aj.)	ano 3	část. 1,5	ne 0
V. KATEGORIE: Řízení učení		MAX. 10		
1	Vyžadují úlohy také řešení problémů, objevování, tvořivou činnost apod. a ne jen reprodukci učiva?	ano 3	část. 1,5	ne 0
2	Vedou texty v učebnici k uvažování, kritickému myšlení, hodnocení aj.?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Poskytuje učebnice dostatek možností k procvičování, upevňování a opakování učiva?	ano 2	část. 1	ne 0
4	Obsahují texty a úlohy podněty k samostatné práci a skupinové činnosti žáků?	ano 2	část. 1	ne 0
VI. KATEGORIE: Obrazový materiál		MAX. 10		
1	Jsou ilustrace, tabulky, schemata, mapky a grafy v učebnici jasné a smysluplné?	ano 4	část. 2	ne 0
2	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu (objasňuje, ilustruje, nahrazuje výklad názornější formou apod.)?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který je pro žáky přitažlivý?	ano 3	část. 1,5	ne 0
VII. KATEGORIE: Shoda s kurikulárními dokumenty		MAX. 8		
1	Je výběr učiva v učebnici v souladu s kurikulárními dokumenty (učební plán, osnovy, vzdělávací program...)?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Jsou cíle výuky v zásadě dosažitelné prostřednictvím studia textů a vypracovávání učebních úloh prezentovaných v učebnici?	ano 3	část. 1,5	ne 0
VIII. KATEGORIE: Cena, dostupnost učebnice		MAX. 8		
1	Je cena učebnice přiměřená (vzhledem k cenám jiných učebnic na trhu)?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Je cena doplňkových materiálů k učebnici (např. pracovního sešitu, příručky pro učitele, kazet, počítačových programů atd.) dostupná?	ano 3	část. 1,5	ne 0
IX. KATEGORIE: Ergonomické a typografické vlastnosti		MAX. 8		
1	Jsou druh a velikost písma v učebnici přiměřené?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Je vazba učebnice trvalá a odolná a papír kvalitní?	ano 3	část. 1,5	ne 0
XI. KATEGORIE: Diferenciace učiva a úloh		MAX. 6		
1	Obsahuje učebnice rozšiřující učivo a úlohy pro nadané žáky?	ano 3	část. 1,5	ne 0
2	Obsahuje učebnice odlišné úlohy z hlediska obtížnosti (pro průměrné i podprůměrné žáky)?	ano 3	část. 1,5	ne 0
XIII. KATEGORIE: Zpracování učiva		MAX. 4		
1	Je odborný obsah v učebnici prezentován též ve vztahu k jiným oborům?	ano 1	část. 0,5	ne 0
2	Je učivo v učebnici soustředěné kolem několika základních témat? (tzn. spíše méně vybraných témat do hloubky, než mnoho poznatků povrchně)	ano 1	část. 0,5	ne 0
3	Jsou některé poznatky v učebnici prezentované z několika úhlů pohledu, různých perspektiv?	ano 1	část. 0,5	ne 0
4	Je v učebnici vysvětleno, proč je nutné učit se určité poznatky a dovednosti?	ano 1	část. 0,5	ne 0
SOUČET (MAX. 100):		53,5		

Hodnocená učebnice: **Chemie pro střední školy**

KRITÉRIA		BODY		
I. KATEGORIE: Přehlednost		MAX. 12		
1	Má učebnice přehlednou strukturu? Navazují na sebe logicky kapitoly a témata? Je učebnice dobře rozčleněná?	ano 6	část. 3	ne 0
2	Je vnitřní struktura textů v učebnici přehledná? (Jsou pojmy řazeny v logické posloupnosti? Navazují na sebe věty?...)	ano 6	část. 3	ne 0
II. KATEGORIE: Přiměřená obtížnost textu a rozsah učiva		MAX. 12		
1	Jsou zadání úloh a cvičení a formulace otázek v učebnici jasné a srozumitelné?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné?	ano 4	část. 2	ne 0
3	Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?	ano 3	část. 1,5	ne 0
III. KATEGORIE: Odborná správnost		MAX. 12		
1	Obsahuje učivo v učebnici odborně správné poznatky?	ano 6	část. 3	ne 0
2	Odpovídají poznatky v učebnici současnému stavu vědy, kultury a praxe?	ano 6	část. 3	ne 0
IV. KATEGORIE: Motivační charakteristiky		MAX. 10		
1	Je učivo v učebnici vztažené k praxi (příklady, situace ze života, význam poznatků a dovedností pro praxi apod.)?	ano 4	část. 2	ne 0
2	Jsou výběr učiva v učebnici, úlohy a otázky pro žáky zajímavé?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Jsou v učebnici používány grafické prostředky k řízení pozornosti? (grafické odlišení různých typů učiva, přehledné členění textu, zdůraznění klíčových pojmů a definic aj.)	ano 3	část. 1,5	ne 0
V. KATEGORIE: Řízení učení		MAX. 10		
1	Vyžadují úlohy také řešení problémů, objevování, tvořivou činnost apod. a ne jen reprodukci učiva?	ano 3	část. 1,5	ne 0
2	Vedou texty v učebnici k uvažování, kritickému myšlení, hodnocení aj.?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Poskytuje učebnice dostatek možností k procvičování, upevňování a opakování učiva?	ano 2	část. 1	ne 0
4	Obsahují texty a úlohy podněty k samostatné práci a skupinové činnosti žáků?	ano 2	část. 1	ne 0
VI. KATEGORIE: Obrazový materiál		MAX. 10		
1	Jsou ilustrace, tabulky, schemata, mapky a grafy v učebnici jasné a smysluplné?	ano 4	část. 2	ne 0
2	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu (objasňuje, ilustruje, nahrazuje výklad názornější formou apod.)?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který je pro žáky přitažlivý?	ano 3	část. 1,5	ne 0
VII. KATEGORIE: Shoda s kurikulárními dokumenty		MAX. 8		
1	Je výběr učiva v učebnici v souladu s kurikulárními dokumenty (učební plán, osnovy, vzdělávací program...)?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Jsou cíle výuky v zásadě dosažitelné prostřednictvím studia textů a vypracovávání učebních úloh prezentovaných v učebnici?	ano 3	část. 1,5	ne 0
VIII. KATEGORIE: Cena, dostupnost učebnice		MAX. 8		
1	Je cena učebnice přiměřená (vzhledem k cenám jiných učebnic na trhu)?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Je cena doplňkových materiálů k učebnici (např. pracovního sešitu, příručky pro učitele, kazet, počítačových programů atd.) dostupná?	ano 3	část. 1,5	ne 0
IX. KATEGORIE: Ergonomické a typografické vlastnosti		MAX. 8		
1	Jsou druh a velikost písma v učebnici přiměřené?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Je vazba učebnice trvalá a odolná a papír kvalitní?	ano 3	část. 1,5	ne 0
XI. KATEGORIE: Diferenciace učiva a úloh		MAX. 6		
1	Obsahuje učebnice rozšiřující učivo a úlohy pro nadané žáky?	ano 3	část. 1,5	ne 0
2	Obsahuje učebnice odlišné úlohy z hlediska obtížnosti (pro průměrné i podprůměrné žáky)?	ano 3	část. 1,5	ne 0
XIII. KATEGORIE: Zpracování učiva		MAX. 4		
1	Je odborný obsah v učebnici prezentován též ve vztahu k jiným oborům?	ano 1	část. 0,5	ne 0
2	Je učivo v učebnici soustředěné kolem několika základních témat? (tzn. spíše méně vybraných témat do hloubky, než mnoho poznatků povrchně)	ano 1	část. 0,5	ne 0
3	Jsou některé poznatky v učebnici prezentované z několika úhlů pohledu, různých perspektiv?	ano 1	část. 0,5	ne 0
4	Je v učebnici vysvětleno, proč je nutné učit se určité poznatky a dovednosti?	ano 1	část. 0,5	ne 0
SOUČET (MAX. 100):		90,5		

Hodnocená učebnice: **Odmaturuj z chemie**

KRITÉRIA		BODY		
I. KATEGORIE: Přehlednost		MAX. 12		
1	Má učebnice přehlednou strukturu? Navazují na sebe logicky kapitoly a témata? Je učebnice dobře rozčleněná?	ano 6	část. 3	ne 0
2	Je vnitřní struktura textů v učebnici přehledná? (Jsou pojmy řazeny v logické posloupnosti? Navazují na sebe věty?...)	ano 6	část. 3	ne 0
II. KATEGORIE: Přiměřená obtížnost textu a rozsah učiva		MAX. 12		
1	Jsou zadání úloh a cvičení a formulace otázek v učebnici jasné a srozumitelné?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné?	ano 4	část. 2	ne 0
3	Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?	ano 3	část. 1,5	ne 0
III. KATEGORIE: Odborná správnost		MAX. 12		
1	Obsahuje učivo v učebnici odborně správné poznatky?	ano 6	část. 3	ne 0
2	Odpovídají poznatky v učebnici současnému stavu vědy, kultury a praxe?	ano 6	část. 3	ne 0
IV. KATEGORIE: Motivační charakteristiky		MAX. 10		
1	Je učivo v učebnici vztažené k praxi (příklady, situace ze života, význam poznatků a dovedností pro praxi apod.)?	ano 4	část. 2	ne 0
2	Jsou výběr učiva v učebnici, úlohy a otázky pro žáky zajímavé?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Jsou v učebnici používány grafické prostředky k řízení pozornosti? (grafické odlišení různých typů učiva, přehledné členění textu, zdůraznění klíčových pojmů a definic aj.)	ano 3	část. 1,5	ne 0
V. KATEGORIE: Řízení učení		MAX. 10		
1	Vyžadují úlohy také řešení problémů, objevování, tvořivou činnost apod. a ne jen reprodukci učiva?	ano 3	část. 1,5	ne 0
2	Vedou texty v učebnici k uvažování, kritickému myšlení, hodnocení aj.?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Poskytuje učebnice dostatek možností k procvičování, upevňování a opakování učiva?	ano 2	část. 1	ne 0
4	Obsahují texty a úlohy podněty k samostatné práci a skupinové činnosti žáků?	ano 2	část. 1	ne 0
VI. KATEGORIE: Obrazový materiál		MAX. 10		
1	Jsou ilustrace, tabulky, schemata, mapky a grafy v učebnici jasné a smysluplné?	ano 4	část. 2	ne 0
2	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu (objasňuje, ilustruje, nahrazuje výklad názornější formou apod.)?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který je pro žáky přitažlivý?	ano 3	část. 1,5	ne 0
VII. KATEGORIE: Shoda s kurikulárními dokumenty		MAX. 8		
1	Je výběr učiva v učebnici v souladu s kurikulárními dokumenty (učební plán, osnovy, vzdělávací program...)?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Jsou cíle výuky v zásadě dosažitelné prostřednictvím studia textů a vypracovávání učebních úloh prezentovaných v učebnici?	ano 3	část. 1,5	ne 0
VIII. KATEGORIE: Cena, dostupnost učebnice		MAX. 8		
1	Je cena učebnice přiměřená (vzhledem k cenám jiných učebnic na trhu)?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Je cena doplňkových materiálů k učebnici (např. pracovního sešitu, příručky pro učitele, kazet, počítačových programů atd.) dostupná?	ano 3	část. 1,5	ne 0
IX. KATEGORIE: Ergonomické a typografické vlastnosti		MAX. 8		
1	Jsou druh a velikost písma v učebnici přiměřené?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Je vazba učebnice trvalá a odolná a papír kvalitní?	ano 3	část. 1,5	ne 0
XI. KATEGORIE: Diferenciace učiva a úloh		MAX. 6		
1	Obsahuje učebnice rozšiřující učivo a úlohy pro nadané žáky?	ano 3	část. 1,5	ne 0
2	Obsahuje učebnice odlišné úlohy z hlediska obtížnosti (pro průměrné i podprůměrné žáky)?	ano 3	část. 1,5	ne 0
XIII. KATEGORIE: Zpracování učiva		MAX. 4		
1	Je odborný obsah v učebnici prezentován též ve vztahu k jiným oborům?	ano 1	část. 0,5	ne 0
2	Je učivo v učebnici soustředěné kolem několika základních témat? (tzn. spíše méně vybraných témat do hloubky, než mnoho poznatků povrchně)	ano 1	část. 0,5	ne 0
3	Jsou některé poznatky v učebnici prezentované z několika úhlů pohledu, různých perspektiv?	ano 1	část. 0,5	ne 0
4	Je v učebnici vysvětleno, proč je nutné učit se určité poznatky a dovednosti?	ano 1	část. 0,5	ne 0
SOUČET (MAX. 100):		72,5		

Hodnocená učebnice: *Biochemie pro studenty středních škol a všechny, které láká tajemství živé přírody*

KRITÉRIA		BODY		
I. KATEGORIE: Přehlednost		MAX. 12		
1	Má učebnice přehlednou strukturu? Navazují na sebe logicky kapitoly a témata? Je učebnice dobře rozčleněná?	ano 6	část. 3	ne 0
2	Je vnitřní struktura textů v učebnici přehledná? (Jsou pojmy řazeny v logické posloupnosti? Navazují na sebe věty?...)	ano 6	část. 3	ne 0
II. KATEGORIE: Přiměřená obtížnost textu a rozsah učiva		MAX. 12		
1	Jsou zadání úloh a cvičení a formulace otázek v učebnici jasné a srozumitelné?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné?	ano 4	část. 2	ne 0
3	Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?	ano 3	část. 1,5	ne 0
III. KATEGORIE: Odborná správnost		MAX. 12		
1	Obsahuje učivo v učebnici odborně správné poznatky?	ano 6	část. 3	ne 0
2	Odpovídají poznatky v učebnici současnému stavu vědy, kultury a praxe?	ano 6	část. 3	ne 0
IV. KATEGORIE: Motivační charakteristiky		MAX. 10		
1	Je učivo v učebnici vztažené k praxi (příklady, situace ze života, význam poznatků a dovedností pro praxi apod.)?	ano 4	část. 2	ne 0
2	Jsou výběr učiva v učebnici, úlohy a otázky pro žáky zajímavé?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Jsou v učebnici používány grafické prostředky k řízení pozornosti? (grafické odlišení různých typů učiva, přehledné členění textu, zdůraznění klíčových pojmů a definic aj.)	ano 3	část. 1,5	ne 0
V. KATEGORIE: Řízení učení		MAX. 10		
1	Vyžadují úlohy také řešení problémů, objevování, tvořivou činnost apod. a ne jen reprodukci učiva?	ano 3	část. 1,5	ne 0
2	Vedou texty v učebnici k uvažování, kritickému myšlení, hodnocení aj.?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Poskytuje učebnice dostatek možností k procvičování, upevňování a opakování učiva?	ano 2	část. 1	ne 0
4	Obsahují texty a úlohy podněty k samostatné práci a skupinové činnosti žáků?	ano 2	část. 1	ne 0
VI. KATEGORIE: Obrazový materiál		MAX. 10		
1	Jsou ilustrace, tabulky, schemata, mapky a grafy v učebnici jasné a smysluplné?	ano 4	část. 2	ne 0
2	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu (objasňuje, ilustruje, nahrazuje výklad názornější formou apod.)?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který je pro žáky přitažlivý?	ano 3	část. 1,5	ne 0
VII. KATEGORIE: Shoda s kurikulárními dokumenty		MAX. 8		
1	Je výběr učiva v učebnici v souladu s kurikulárními dokumenty (učební plán, osnovy, vzdělávací program...)?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Jsou cíle výuky v zásadě dosažitelné prostřednictvím studia textů a vypracovávání učebních úloh prezentovaných v učebnici?	ano 3	část. 1,5	ne 0
VIII. KATEGORIE: Cena, dostupnost učebnice		MAX. 8		
1	Je cena učebnice přiměřená (vzhledem k cenám jiných učebnic na trhu)?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Je cena doplňkových materiálů k učebnici (např. pracovního sešitu, příručky pro učitele, kazet, počítačových programů atd.) dostupná?	ano 3	část. 1,5	ne 0
IX. KATEGORIE: Ergonomické a typografické vlastnosti		MAX. 8		
1	Jsou druh a velikost písma v učebnici přiměřené?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Je vazba učebnice trvalá a odolná a papír kvalitní?	ano 3	část. 1,5	ne 0
XI. KATEGORIE: Diferenciace učiva a úloh		MAX. 6		
1	Obsahuje učebnice rozšiřující učivo a úlohy pro nadané žáky?	ano 3	část. 1,5	ne 0
2	Obsahuje učebnice odlišné úlohy z hlediska obtížnosti (pro průměrné i podprůměrné žáky)?	ano 3	část. 1,5	ne 0
XIII. KATEGORIE: Zpracování učiva		MAX. 4		
1	Je odborný obsah v učebnici prezentován též ve vztahu k jiným oborům?	ano 1	část. 0,5	ne 0
2	Je učivo v učebnici soustředěné kolem několika základních témat? (tzn. spíše méně vybraných témat do hloubky, než mnoho poznatků povrchně)	ano 1	část. 0,5	ne 0
3	Jsou některé poznatky v učebnici prezentované z několika úhlů pohledu, různých perspektiv?	ano 1	část. 0,5	ne 0
4	Je v učebnici vysvětleno, proč je nutné učit se určité poznatky a dovednosti?	ano 1	část. 0,5	ne 0
SOUČET (MAX. 100):		64		

Hodnocená učebnice: *Chemie pro každého – rychlokurz chemie*

KRITÉRIA		BODY		
I. KATEGORIE: Přehlednost		MAX. 12		
1	Má učebnice přehlednou strukturu? Navazují na sebe logicky kapitoly a témata? Je učebnice dobře rozčleněná?	ano 6	část. 3	ne 0
2	Je vnitřní struktura textů v učebnici přehledná? (Jsou pojmy řazeny v logické posloupnosti? Navazují na sebe věty?...)	ano 6	část. 3	ne 0
II. KATEGORIE: Přiměřená obtížnost textu a rozsah učiva		MAX. 12		
1	Jsou zadání úloh a cvičení a formulace otázek v učebnici jasné a srozumitelné?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné?	ano 4	část. 2	ne 0
3	Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?	ano 3	část. 1,5	ne 0
III. KATEGORIE: Odborná správnost		MAX. 12		
1	Obsahuje učivo v učebnici odborně správné poznatky?	ano 6	část. 3	ne 0
2	Odpovídají poznatky v učebnici současnému stavu vědy, kultury a praxe?	ano 6	část. 3	ne 0
IV. KATEGORIE: Motivační charakteristiky		MAX. 10		
1	Je učivo v učebnici vztažené k praxi (příklady, situace ze života, význam poznatků a dovedností pro praxi apod.)?	ano 4	část. 2	ne 0
2	Jsou výběr učiva v učebnici, úlohy a otázky pro žáky zajímavé?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Jsou v učebnici používány grafické prostředky k řízení pozornosti? (grafické odlišení různých typů učiva, přehledné členění textu, zdůraznění klíčových pojmů a definic aj.)	ano 3	část. 1,5	ne 0
V. KATEGORIE: Řízení učení		MAX. 10		
1	Vyžadují úlohy také řešení problémů, objevování, tvořivou činnost apod. a ne jen reprodukci učiva?	ano 3	část. 1,5	ne 0
2	Vedou texty v učebnici k uvažování, kritickému myšlení, hodnocení aj.?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Poskytuje učebnice dostatek možností k procvičování, upevňování a opakování učiva?	ano 2	část. 1	ne 0
4	Obsahují texty a úlohy podněty k samostatné práci a skupinové činnosti žáků?	ano 2	část. 1	ne 0
VI. KATEGORIE: Obrazový materiál		MAX. 10		
1	Jsou ilustrace, tabulky, schemata, mapky a grafy v učebnici jasné a smysluplné?	ano 4	část. 2	ne 0
2	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu (objasňuje, ilustruje, nahrazuje výklad názornější formou apod.)?	ano 3	část. 1,5	ne 0
3	Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který je pro žáky přitažlivý?	ano 3	část. 1,5	ne 0
VII. KATEGORIE: Shoda s kurikulárními dokumenty		MAX. 8		
1	Je výběr učiva v učebnici v souladu s kurikulárními dokumenty (učební plán, osnovy, vzdělávací program...)?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Jsou cíle výuky v zásadě dosažitelné prostřednictvím studia textů a vypracovávání učebních úloh prezentovaných v učebnici?	ano 3	část. 1,5	ne 0
VIII. KATEGORIE: Cena, dostupnost učebnice		MAX. 8		
1	Je cena učebnice přiměřená (vzhledem k cenám jiných učebnic na trhu)?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Je cena doplňkových materiálů k učebnici (např. pracovního sešitu, příručky pro učitele, kazet, počítačových programů atd.) dostupná?	ano 3	část. 1,5	ne 0
IX. KATEGORIE: Ergonomické a typografické vlastnosti		MAX. 8		
1	Jsou druh a velikost písma v učebnici přiměřené?	ano 5	část. 2,5	ne 0
2	Je vazba učebnice trvalá a odolná a papír kvalitní?	ano 3	část. 1,5	ne 0
XI. KATEGORIE: Diferenciace učiva a úloh		MAX. 6		
1	Obsahuje učebnice rozšiřující učivo a úlohy pro nadané žáky?	ano 3	část. 1,5	ne 0
2	Obsahuje učebnice odlišné úlohy z hlediska obtížnosti (pro průměrné i podprůměrné žáky)?	ano 3	část. 1,5	ne 0
XIII. KATEGORIE: Zpracování učiva		MAX. 4		
1	Je odborný obsah v učebnici prezentován též ve vztahu k jiným oborům?	ano 1	část. 0,5	ne 0
2	Je učivo v učebnici soustředěné kolem několika základních témat? (tzn. spíše méně vybraných témat do hloubky, než mnoho poznatků povrchně)	ano 1	část. 0,5	ne 0
3	Jsou některé poznatky v učebnici prezentované z několika úhlů pohledu, různých perspektiv?	ano 1	část. 0,5	ne 0
4	Je v učebnici vysvětleno, proč je nutné učit se určité poznatky a dovednosti?	ano 1	část. 0,5	ne 0
SOUČET (MAX. 100):		50,5		

PŘÍLOHA B

soubor učebních textů s úkoly a brožura pro učitele s autorským řešením
úkolů (samostatný svazek)

PŘÍLOHA C

výukové prezentace (příloha je dostupná samostatně na CD-ROM)

PŘÍLOHA D

Kvalita výukových materiálů z biochemie

(evaluační dotazník pro 3. ročník)

*Povinné pole

1. Jak byste v mezích uvedených kritérií ohodnotili PŘEHLEDNOST materiálu LIPIDY? *

(hodnoťte prosím jako ve škole, tj. jednička je nejlepší, pětka nejhorší)

1 2 3 4 5

Materiál je přehledný a přívětivě graficky zpracovaný. Materiál je naprosto nepřehledný a jakákoliv orientace v něm je prakticky nemožná.

2. Jak byste ohodnotili SROZUMITELNOST materiálu LIPIDY? *

1 2 3 4 5

Text je srozumitelný, dobře vede k pochopení učiva. Absolutně nic nechápu, materiál je psán snad cizím jazykem. Vysvětlení si musím hledat jinde.

3. Téma zpracované v materiálu LIPIDY považuji za: *

1 2 3 4 5

Užitečné a/nebo pro mě zajímavé Zcela nevhodné. K čemu mi to bude?

4. Množství učiva v materiálu LIPIDY bylo: *

1 2 3 4 5

Přiměřené, po vypracování se cítím být moudřejší Neadekvátní (bylo toho moc, příliš mě to zahltilo ANEBO naopak všechno znám z dřívějšíka)

5. Jak byste v mezích uvedených kritérií ohodnotili PŘEHLEDNOST materiálu MONOSACHARIDY? *

(hodnoťte prosím jako ve škole, tj. jednička je nejlepší, pětka nejhorší)

1 2 3 4 5

Materiál je přehledný a přívětivě graficky zpracovaný. Materiál je naprosto nepřehledný a jakákoliv orientace v něm je prakticky nemožná.

6. Jak byste ohodnotili SROZUMITELNOST materiálu MONOSACHARIDY? *

1 2 3 4 5

Text je srozumitelný, dobře vede k pochopení učiva. Absolutně nic nechápu, materiál je psán snad cizím jazykem. Vysvětlení si musím hledat jinde.

7. Téma zpracované v materiálu MONOSACHARIDY považují za: *

1 2 3 4 5

Užitečné a/nebo pro mě zajímavé Zcela nevhodné. K čemu mi to bude?

8. Množství učiva v materiálu MONOSACHARIDY bylo: *

1 2 3 4 5

Přiměřené, po vypracování se cítím být moudřejší Neadekvátní (bylo toho moc, příliš mě to zahltilo ANEBI naopak všechno znám z dřívějšího)

9. Jak byste v mezích uvedených kritérií ohodnotili PŘEHLEDNOST materiálu GLYKOLÝZA? *

(hodnoťte prosím jako ve škole, tj. jednička je nejlepší, pětka nejhorší)

1 2 3 4 5

Materiál je přehledný a přívětivě graficky zpracovaný. Materiál je naprosto nepřehledný a jakákoliv orientace v něm je prakticky nemožná.

10. Jak byste ohodnotili SROZUMITELNOST materiálu GLYKOLÝZA? *

1 2 3 4 5

Text je srozumitelný, dobře vede k pochopení učiva. Absolutně nic nechápu, materiál je psán snad cizím jazykem. Vysvětlení si musím hledat jinde.

11. Téma zpracované v materiálu GLYKOLÝZA považují za: *

1 2 3 4 5

Užitečné a/nebo pro mě zajímavé Zcela nevhodné. K čemu mi to bude?

12. Množství učiva v materiálu GLYKOLÝZA bylo: *

1 2 3 4 5

Přiměřené, po vypracování se cítím být moudřejší Neadekvátní (bylo toho moc, příliš mě to zahltilo ANEBO naopak všechno znám z dřívějšíka)

13. Jak byste v mezích uvedených kritérií ohodnotili PŘEHLEDNOST materiálu FOTOSYNTÉZA? *

(hodnoťte prosím jako ve škole, tj. jednička je nejlepší, pětka nejhorší)

1 2 3 4 5

Materiál je přehledný a přívětivě graficky zpracovaný. Materiál je naprosto nepřehledný a jakákoliv orientace v něm je prakticky nemožná.

14. Jak byste ohodnotili SROZUMITELNOST materiálu FOTOSYNTÉZA? *

1 2 3 4 5

Text je srozumitelný, dobře vede k pochopení učiva. Absolutně nic nechápu, materiál je psán snad cizím jazykem. Vysvětlení si musím hledat jinde.

15. Téma zpracované v materiálu FOTOSYNTÉZA považuji za: *

1 2 3 4 5

Užitečné a/nebo pro mě zajímavé Zcela nevhodné. K čemu mi to bude?

16. Množství učiva v materiálu FOTOSYNTÉZA bylo: *

1 2 3 4 5

Přiměřené, po vypracování se cítím být moudřejší Neadekvátní (bylo toho moc, příliš mě to zahltilo ANEBO naopak všechno znám z dřívějšíka)

17. Jak byste v mezích uvedených kritérií ohodnotili PŘEHLEDNOST materiálu PROTEINY? *

(hodnoťte prosím jako ve škole, tj. jednička je nejlepší, pětka nejhorší)

1 2 3 4 5

Materiál je přehledný a přívětivě graficky zpracovaný. Materiál je naprosto nepřehledný a jakákoliv orientace v něm je prakticky nemožná.

18. Jak byste ohodnotili SROZUMITELNOST materiálu PROTEINY? *

1 2 3 4 5

Text je srozumitelný, dobře vede k pochopení učiva. Absolutně nic nechápu, materiál je psán snad cizím jazykem. Vysvětlení si musím hledat jinde.

19. Téma zpracované v materiálu PROTEINY považuji za: *

1 2 3 4 5

Užitečné a/nebo pro mě zajímavé Zcela nevhodné. K čemu mi to bude?

20. Množství učiva v materiálu PROTEINY bylo: *

1 2 3 4 5

Přiměřené, po vypracování se cítím být moudřejší Neadekvátní (bylo toho moc, příliš mě to zahltilo ANEBŮ naopak všechno znám z dřívějšíka)

21. Nejvíce se mi líbil materiál:

- Lipidy
- Monosacharidy
- Glykolýza
- Fotosyntéza
- Proteiny
- nemám jasného favorita

22. Máte ještě nějaký komentář k materiálům nebo výuce biochemie obecně, který byste zde chtěli zanechat?

Obsah není vytvořen ani schválen Googlem.

Google Formuláře

Podoba přílohy je výsledkem přímého exportu z aplikace Google Forms a po grafické stránce již nebyla dále upravována.

PŘÍLOHA E

Evaluační minidotazník

k novým materiálům pro výuku biochemie

*Povinné pole

1. Které konkrétní materiály jste při výuce použili? *

- Aminokyseliny a peptidy
- Proteiny - složení, struktura
- Proteiny - funkce [prezentace]
- Základy enzymologie [prezentace]
- Lipidy
- Monosacharidy
- Oligosacharidy a glykolýza
- Fotosyntéza
- Biochemická energetika (Krebsův cyklus, dýchací řetězec, makroergické sloučeniny)
- Ornithinový cyklus a acidobazická rovnováha

2. Jak byste materiály ohodnotili po stránce PŘEHLEDNOSTI? *

(čím přehlednější, tím vyšší skóre)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Materiály jsou absolutně nepřehledné; připomínají změť písmen, číslic a vzorců, ve kterých se prakticky nelze orientovat.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Materiály jsou přehledné a orientace v nich je snadná.

3. Jak byste materiály ohodnotili po stránce SROZUMITELNOSTI předkládaného učiva? *

(čím srozumitelnější, tím vyšší skóre)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Materiály jsou totálně nesrozumitelné; k pochopení předkládaného učiva jsou zapotřebí další informační zdroje.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Materiály předkládají učivo velmi srozumitelnou formou vedoucí k pochopení látky.

4. Jak byste materiály ohodnotili z hlediska schopnosti MOTIVOVAT žáky? *

(čím lepší forma zpracování, tím vyšší skóre)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Potenciál jakéhokoliv obohacení žáků mají tyto materiály nulový. Obsahují jen velmi málo příkladů a zajímavostí z praktického života a všeobecně jsou nudné.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Materiály jsou napsané čtivě a obsahují spoustu zajímavostí z praktického života, čímž žáky motivují ke studiu biochemie.

5. Rozsah učiva ve výukových materiálech je podle vašeho názoru: *

(čím více učiva, tím vyšší skóre; pokud vám rozsah učiva naprosto vyhovoval, hodnotte prosím stupněm 5)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zcela nedostatečný	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Velmi naddimenzovaný

6. Které z materiálů hodnotíte jako vůbec nejpovedenější? (nepovinné)
(odpovědi prosím omezte na maximálně dvě položky)

- Aminokyseliny a peptidy
- Proteiny - složení, struktura
- Proteiny - funkce [prezentace]
- Základy enzymologie [prezentace]
- Lipidy
- Monosacharidy
- Oligosacharidy a glykolýza
- Fotosyntéza
- Biochemická energetika (Krebsův cyklus, dýchací řetězec, makroergické sloučeniny)
- Ornithinový cyklus a acidobazická rovnováha

7. Prostor pro vaše další poznámky či komentáře (nepovinné):

Identifikační údaje

8. Vaše jméno (nepovinné):

Podoba přílohy je výsledkem přímého exportu z aplikace Google Forms a po grafické stránce již nebyla dále upravována.

PŘÍLOHA F

pracovní listy k vizualizačním pomůckám (příloha je dostupná na CD-ROM společně s přílohou C)