

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Chemie

Studijní obor: Chemie-biologie se zaměřením na vzdělávání



Denisa Andělová

Patří DNA do biologie nebo do chemie?
DNA – a topic for biology or chemistry?

Bakalářská práce

Školitel: RNDr. Alena Morávková, Ph.D.

Praha, 2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 10.5.2012

Podpis:

Poděkování:

Ráda bych poděkovala své školitelce RNDr. Aleně Morávkové, Ph.D. za cenné rady a odborné připomínky, které přispěly ke vzniku této bakalářské práce.

Abstrakt:

Tato práce je zaměřena na problematiku výuky DNA. Snahou je zjistit, zda je učivo o nukleových kyselinách spíše biologické povahy či spíše povahy chemické. Práce se zabývá vysvětlením pojmu nukleová kyselina a jejím typům a funkcím, dále pohledem do historie výuky této látky a analýze současné situace v ČR i v zahraničí. Nakonec se věnuje posouzení názorů učitelů a zhodnocení výsledků některých studií.

Abstract:

This work is focused in teaching DNA. The aim is to determine whether the subject matter of the nucleic acids rather biological in nature, or rather the nature of the chemical. The work is concerned with explaining the concept of nucleic acid and its types and functions, as well as view into the history of teaching about DNA and analyzing the current situation in the CR and abroad. Finally, the opinions of teachers are devoted to assessing and evaluating the results of some studies.

Obsah	
1. Úvod.....	5
2. Nukleové kyseliny.....	5
2.1. Objev a historie DNA.....	6
2.2. Funkce nukleových kyselin.....	7
2.2.1. DNA.....	7
2.2.2. RNA.....	7
3. Historie výuky DNA.....	7
3.1. Historie výuky DNA v biologii.....	8
3.2. Historie výuky DNA v chemii.....	10
4. Jak je to dnes?.....	11
4.1. RVP.....	11
4.1.1. Zařazení DNA do biologie a chemie.....	12
4.2. Požadavky k maturitní zkoušce.....	13
4.2.1. Katalog požadavků k maturitní zkoušce z biologie.....	14
4.2.2. Katalog požadavků k maturitní zkoušce z chemie.....	14
4.3. Ukázky ŠVP.....	15
4.3.1. Gymnázium Čakovice.....	15
4.3.2. Gymnázium Jana Palacha.....	16
4.4. Současné učebnice.....	16
4.5. Zahraniční kurikula.....	17
4.5.1. Velká Británie.....	18
4.5.2. Austrálie.....	19
4.5.3. Rakousko.....	20
5. Názory a pohled odborníků.....	21
5.1. Pohled na problematiku výuky DNA v ČR.....	22
5.2. Pohled na problematiku výuky DNA v zahraničí.....	23
6. Závěrečná diskuse.....	25
7. Příloha 1-13.....	27
8. Seznam použitých zdrojů.....	38

Seznam zkratk uvedených v textu:

NK – nukleová kyselina
 DNA – deoxyribonukleová kyselina
 RNA – ribonukleová kyselina
 RVP – rámcový vzdělávací program
 RVP G – rámcový vzdělávací program pro gymnázia
 ŠVP – školní vzdělávací program
 NPV – národní vzdělávací program
 SŠ – střední škola
 ZŠ – základní škola

1. Úvod

Tématem mé bakalářské práce je otázka výuky DNA ve vzdělávacích oblastech chemie a biologie. V současné době dochází na poli vědy k novým a novým poznatkům takřka ze dne na den. Na žáky se tak z hlediska vědomostí kladou stále vyšší nároky. České školství prochází velkou reformou a přizpůsobuje se novým stylům výuky. Rámcové vzdělávací programy jsou již několik let platné a vyvstává tedy otázka, zda je nutné, aby se žák učil podobným či stejným tématům v různých vzdělávacích předmětech. Učitelé právě díky tomu, že byly zrušeny osnovy a standardy mají nové možnosti jak koncipovat svou výuku, protože se již nikde neříká, kdy mají co učit.

Toto téma jsem si zvolila proto, že jako budoucí učitelka biologie a chemie se nad touto problematikou budu ve svém zaměstnání zamýšlet také. Úkolem učitele by mělo být žáka naučit dané učební látce tak, aby si žák porozuměl principu, znal souvislosti v celkovém kontextu a uměl dané znalosti aplikovat v životě. Jenže s roustoucími nároky na znalosti žáka dochází často k tomu, že žák buď ztrácí zájem o danou látku a nebo se učí starým známým stylem „nabiflovat se“, který má však velmi krátkodobý efekt a žákovi poté nedochází souvislosti celku.

Cílem tedy je pokusit se zodpovědět otázku, která je zároveň i tématem celé této práce:

„Patří DNA do biologie či do chemie?“

Abych ji mohla zodpovědět, rozhodla jsem se nahlédnout na tento problém z několika úhlů:

1. co je to DNA a proč je pro nás tak důležitá její znalost,
2. pohled do historie výuky DNA,
3. pohled na současnou realizaci přes RVP a ŠVP,
4. pohled na současnou realizaci výuky DNA ve vyspělých zemích s vysokou úrovní školství,
5. objasnit a přesně definovat požadavky a nároky na žáka,
6. nahlédnout na danou otázku různými pohledy odborníků, učitelů.

2. Nukleové kyseliny

Živé organismy jsou charakteristické růstem, metabolickou aktivitou, dráždivostí a také schopností rozmnožit se. Aby se však mohla i ta nejmenší živá jednotka neboli buňka rozmnožit, musí být schopna uchovávat, třídit a překládat genetickou informaci. Genetická informace je uložena v každé buňce ve formě genů, které určují tvar a funkci bílkovin a tudíž i podobu, vlastnosti a vrozené chování organismu. Jejím nosičem je makromolekula nukleové kyseliny zvaná deoxyribonukleová kyselina

neboli DNA a její přenos zprostředkovávají kromě řady proteinů a enzymů i jisté typy ribonukleové kyseliny neboli RNA (Alberts a kol., 1998).

2.1. Objev a historie DNA

Objev DNA se uskutečnil již v roce 1869 z bílých krvinek odebraných z hnisající rány (www.cs.wikipedia.org).

O tom, že geny jsou původci znaků organismů, ve své práci publikoval ještě před objevením DNA Johann Gregor Mendel. Potvrzení jeho práce nastalo však mnohem později až v roce 1900 (E. Kočárek, 2004).

Teprve až v roce 1944 tým Američana Oswalda T. Averyho dokázal, že funkcí DNA je uchovávat genetickou informaci. Do té doby si většina vědců myslela, že tuto funkci mají proteiny.

Původně na stavbě DNA pracoval britský molekulární biolog Maurice Wilkins. Tento vědec obýval laboratoř spolu s odborníci přes difrakční rentgenovou techniku analýzy Rosalind Franklinovou (J.D. Watson, 1995).

Na Cambridge ve Velké Británii v Cavendishově laboratoři se v té době zabývali strukturou DNA ještě dva vědci, americký biolog James Watson a britský biochemik Francis Crick a poté v Americe se o stejnou věc zajímal na CalTech Linus Pauling (J.D. Watson, 1995).

Tajemství DNA bylo rozluštno na anglické půdě v Cavendishově laboratoři ve spolupráci Watsona, Cricka i Wilkinse a Franklinové. Franklinová pořídila fotografie DNA, z nichž vyplývalo, že molekula DNA je šroubovice. Poté co Erwin Chargaff potvrdil poznatky ohledně komplementarity bází, sestrojili Watson a Crick po letech práce a nezdařilých pokusech model struktury DNA. Bez získaných poznatků Maurice Wilkinse a bez rentgenových fotografií Rosalind Franklinové by však objevu vůbec nedosáhli nebo by se přinejmenším museli prodrat stovkami pokusů a naučit se ovládat techniku rentgenové difrakce, aby strukturu odhalili. Nobelovu cenu za tento průkopnický objev získali Wilkins, Watson a Crick. Rosalind Franklinová se této šťastné události bohužel nedožila (J.D. Watson, 1995).

Francis Crick se poté dále zabýval transkripcí a translací při přenosu genetické informace (www.genetika-biologie.cz).

Tento objev objasnil strukturu genů, jak probíhá přenos genetické informace, úplně změnil podstatu biochemie a dal směr genetice, která se tak mohla rozrůst do rozměrů jaké známe dnes, nemluvě o vzniku nových oborů jako např. molekulární biologie atd. Na to, kolika různými pohledy se dá na nukleové kyseliny nahlížet poukazuje také fakt, že na objevu struktury a tím pádem i principu uchovávání a přenosu genetické informace se podíleli fyzik (Crick), biolog (Watson), molekulární biolog (Wilkins) a biofyzik (Franklinová). Dnes se těchto znalostí využívá v mnoha oborech lidské činnosti jako je např. medicína, kriminalistika, zemědělství, archeologie atd.

2.2. Funkce nukleových kyselin

2.2.1. DNA

Geny jsou předlohou pro stavbu proteinů a proteiny utvářejí nejen podobu každého organismu na planetě ale i jeho metabolismus, komunikaci, pohyb atd. Struktura každého proteinu je dána jeho aminokyselinovou sekvencí. Genetická informace je uložena v posloupnosti řazení jednotlivých nukleotidů, z nichž je každý odlišný svou bází. Pořadí tří nukleotidů neboli tripletů odpovídá vždy jedné aminokyselině. Genetický kód je universální pro všechny organismy a degenerovaný, protože jedna aminokyselina může být určena více variantami tripletů. Variabilita je tedy obrovská (Alberts, 1998).

2.2.2. RNA

Ribonukleových kyselin je na rozdíl od DNA několik typů s různou funkcí. RNA, která je při transkripci vytvářena komplementárně dle templátu DNA se nazývá messenger neboli mRNA. Její funkcí je přenos daného úseku DNA z jádra na ribozom na endoplazmatickém retikulu.

Dalším typem je ribozomální ribonukleová kyselina, která je vytvářena v jádře a odtud poté putuje na endoplazmatické reikulum, kde vytváří strukturu ribozomu, na kterém posléze dochází k translaci.

Zkráceně se označuje jako rRNA.

Transferová ribonukleová kyselina, zkráceně tRNA, přivádí aminokyseliny na ribozom, kde probíhá translace. Její tvar připomíná čtyřlístek. tRNA rozpoznává kodon, tj. pořadí nukleotidů v tripletu mRNA, a pokud je komplementární antikodon tRNA, připojí aminokyselinu, která odpovídá antikodonu.

2.3. Přenos genetické informace

Přenos genetické informace je velmi přesný, ale i tak může občas dojít k chybě při replikaci neboli mutaci a zvýhodnit či znevýhodnit tak daný organismus oproti normálu. Díky tomu v průběhu času docházelo k odlišení jednotlivých druhů organismů a i jednotlivců jednoho druhu mezi sebou (Alberts a kol., 1998).

Přenos genetické informace je zprostředkován třemi složitými procesy. V první fázi dochází k replikaci, kdy se deoxyribonukleová kyselina zkopíruje a vznikne tak nová identická molekula DNA. Tento proces je důležitý při rozmnožení buňky (Alberts, 1998).

Transkripce a translace vede cestu od DNA k proteinu. Transkripce se pořadí nukleotidů přepíše do RNA (mRNA), která má podobu pouze jednoho vlákna a tudíž je pro další přenos informace lépe prostorově přizpůsobená. Translace je na ribozomu uskutečněn překlad z pořadí tripletů. Vzniká tak lineární polypeptid z jednotlivých aminokyselin, který je poté postupně skládán do trojrozměrné struktury proteinu (Alberts, 1998).

3. Historie výuky DNA

V této podkapitole bych ráda alespoň částečně odhalila prvopočátky výuky učiva o nukleových kyselinách. Vzhledem k nízké dosažitelnosti seriózního zdroje o historii výuky DNA jsem se zaměřila na starší učebnice, zda v nich naleznou či naopak nenaleznou zmínky o nukleových kyselinách.

3.1. Historie výuky DNA v biologii

V následujících odstavcích je malá exkurze do učební literatury zhruba od poloviny 20. st. Vybrala jsem tři učebnice přírodopisu, které byly vydané v letech 1962, 1965 a 1982 a tři učebnice biologie, z nichž dvě byly určeny pro gymnázia z let 1981 a 1987 a jedna pro zdravotnické školy z roku 1982. Dále pak jsem analogicky udělala výběr ze starších učebnic chemie.

Přírodopis 9 - Mineralogie, Geologie, Vývoj života, František Pauk a kol., 1965, SPN Praha

V této učebnici v kapitole Počátky nauky o vývoji autoři vysvětlují, že živé organismy nejsou statické, ba naopak, že se vyvíjí. Jsou zde uvedeny i některé teorie o vzniku života na Zemi. Autoři uvádějí i Darwinovu evoluční teorii, vyskytují se zde termíny jako proměnlivost určitá a neurčitá, dědičnost, přírodní výběr, jsou i dokládány obrázky vývoje nohy a zubů u koně. Avšak nikde není vysvětleno, co je těchto změn podstatou a příčinou. Jinými slovy, v této učebnici není žádná zmínka o nukleových kyselinách jakožto nositelkách dědičné informace.

Přírodopis 7, Stanislav Haňka a kol., 1962, SPN Praha

Tato učebnice popisuje rostlinou a živočišnou buňku. V případě rostlinné buňky jsou uvedeny cytoplasma, blána buněčná a dutinky, které obsahují šťávu buněčnou a jádro. V případě živočišné buňky je zmíněno pouze jádro. Buňky rostou a dělí se a tím roste celý organismus. Nechybí ani obrázek dělicí se buňky, ale chybí jakékoli jiné buněčné organely kromě jádra a není ani popsáno zda se jedná buňku rostlinnou či živočišnou. O obsahu buněčného jádra se též učebnice nezmiňuje.

Přírodopis 7, Jaroslav Fleischmann a kol., 1982, SPN Praha

V této učebnici přírodopisu je již kapitola nazvaná Látkové složení živých soustav a v ní kapitola nazvaná Organické látky v živých soustavách. Zde jsou popsány aminokyseliny jako organické kyseliny, ze kterých jsou složeny velké molekuly bílkovin, které poté v organismu slouží ke stavbě buněk a nebo plní enzymatickou funkci. Nukleové kyseliny jsou popsány jako velké a složité molekuly, které leží v jádru buňky a jsou nositelkami dědičnosti u organismů.

Nyní bych se zaměřila na středoškolské učebnice biologie.

Biologie, pokusná učebnice pro III. ročník gymnázií, Milan Stloukal a kol., 1981, SPN Praha

V této středoškolské učebnici je k nalezení kapitola nazvaná Genetika člověka. V této kapitole je uvedeno, že jádro lidské buňky má 46 chromozómů, také jsou vysvětleny pojmy genotyp a fenotyp (str.168-169). Dále se zde uvádějí příčiny genetických chorob, mutace, např. chybná informace strukturního genu působí neschopnost vytváření bílkovinného řetězce nebo záměna jediné aminokyseliny za jinou v řetězci molekuly hemoglobinu (str.174-175). Na konci učebnice je obrázek, který vyobrazuje karyotyp zdravého člověka a karyotyp člověka s Klinefelterovým syndromem (str.obr.56).

Seminář a cvičení z biologie pro IV. roč. gymnázií, František Horník a kol., 1987, SPN Praha

V této učebnici je hned v první kapitole pod názvem Dějiny biologie objasněn vývoj biologie v průběhu historie až do tehdejší současnosti. Je zde zmíněno, kdy se stala genetika samostatným vědním oborem a co bylo její náplní (str.24). Své místo zde zaujímala i vědecko technická revoluce ve 40. letech minulého století, kdy se začaly zkoumat organismy na subbuněčné, na molekulární úrovni a díky tomu byla objevena struktura DNA a později i genetický kód. (str. 28-29).

V kapitole Prokaryota autoři popisují u stavby bakterie kruhovou dvouřetězcovou molekulu DNA (str. 33), rozlišují DNA chromosomální a plazmidovou a přenos DNA jednoho jedince transformací, transdukcí či konjugací do jedince druhého (str.38-39). V kapitole Viry je DNA též uvedena u definice virů, stavby virů, jejich reprodukce a jejich členění. Právě zde jsou uvedeny i jednotlivé typy RNA (str.46-51).

U popisu eukaryotické buňky se již můžeme setkat s pojmy jako jsou histony a jejich funkce, exony a introny, semiautonomní organely a jejich vlastní DNA (str.52-55).

Biologie pro zdravotnické školy, Štefan Hoja, 1983, Avicem Praha

Tato učebnice nabízela ve své době trochu přesnější a hlubší náhled na učivo o DNA. V kapitole o Látkovém složení bioplazmy se lze dovědět o přítomnosti ústrojných látek mezi něž patří i nukleové kyseliny. Je zde přímo popsána stavba DNA, jednotlivé komponenty jako je deoxyribóza, zbytek

kyseliny fosforečné a báze. V dalších odstavcích jsou popsány mRNA, tRNA a rRNA a jejich funkce a stručný popis replikace DNA (str.31-34).

3.2. Historie výuky DNA v oboru chemie

Z historie víme, že struktura molekuly DNA byla zkoumána především z fyzikálně – chemického hlediska. Ráda bych proto objasnila počátky výuky nukleových kyselin v předmětu chemie. Opět jsem zde bojovala s nedostatkem seriózních zdrojů, které by dokázaly tuto historickou oblast didaktiky odhalit. Vybrala jsem proto několik středoškolských a základoškolských učebnic chemie. V následujících odstavcích je jejich výčet.

Chemie 9, Marie Pauková a spol., SPN Praha, 1963

Tato učebnice byla svého času určena pro výuku chemie v 8.- 9. ročníku základních škol. I když jsem v ní našla kapitolu o bílkovinách (str. 121) i kapitolu nazvanou Organické kyseliny (str. 107), nebyla ani v jedné žádná zmínka o nukleových kyselinách.

Organická chemie pro II. a II. ročník středních všeobecně vzdělávacích škol; František Šorm, Jindřich Hellberg; SPN, Praha, 1967

V této středoškolské učebnici jsou popsány aminokyseliny jako substituční deriváty kyselin karboxylových (str. 111). Dále kniha obsahuje celou velkou kapitolu nazvanou Dusíkaté organické kyseliny a zde jsou jako jedna z podkapitol i nukleové kyseliny (str.153,154). Právě v této podkapitole autoři vysvětlují, že nukleové kyseliny jsou součástí živé hmoty a že známe dva druhy těchto kyselin – DNA a RNA. Je zde také uvedeno, že DNA je uložena v jádře každé buňky a že díky ní je zajištěn přenos genetické informace z rodiče na potomka. Není vynechána ani RNA, u které je zmíněno, že usměrňuje tvorbu bílkovin, ale jednotlivé typy RNA nejsou zmíněny. Nechybí ani stručný popis stavby (nukleotidy) včetně obrázků cukrů ribózy a deoxyribózy. Výklad obsahuje i jednoduchý náčrt krátkého lineárního vlákna DNA, ale báze nejsou nijak více definovány. Je pouze stručně vysvětleno, že jeden nukleotid je tvořen kyselinou fosforečnou, cukrem a zásadou.

Organická chemie, příručný naučný slovník; Milton Orchin a kol., SNTL Praha, 1986

Tato učebnice organické chemie je strukturována do formy slovníku a její učební obsah je vykládán ve formě hesla a jeho krátkého vysvětlení. Kniha obsahuje nepřehledné množství hesel, které jsou organizovány do obecných kapitol. Kapitola Přírodní produkty a biosyntéza obsahovala výčet pojmů jako např. NAD, Koenzym A, Biosyntéza porfyrinů, Fotosyntéza a tudíž jsem zde předpokládala výskyt nukleových kyselin, ale našla jsem zde žádnou zmínku ani o jedné (str. 422-480).

Poznááme organickou chemii; Josef Pacák; SNTL, Praha, 1989

Učebnice organické chemie, která byla vydána za socialistického režimu je koncipována velmi podrobně ale zároveň přehledně. Ve velkém učebním celku nazvaném Systematická organická chemie je mimo jiné k nalezení kapitola (možná spíše odstavec), která je přímo věnovaná nukleovým kyselinám. Je stručně vysvětlena stavba, kterou obecně vystihuje i jednoduchý obrázek. Dále je podotknuto, že se vyskytují v každé buňce a že jejich molekulová relativní hmotnost dosahuje velmi vysokých hodnot. Není opomenuta ani struktura nukleových kyselin. V odstavci je též uvedeno, že jsou nositelkami dědičné informace a že další informace jsou k nalezení v učebnici biochemie či biologie (str. 233-234).

Vzhledem k nedostatku zdrojů není vhodné, abych dělala závěry ohledně toho, zda bylo o DNA a RNA vyučováno dříve v biologii či v chemii. Například v učebnici Organické chemie z roku 1967 jsou nukleové kyseliny vysvětleny v celku obsáhle a naopak ve slovníku Organické chemie z roku 1986, tedy v knize, která vyšla o 19 let později můžeme najít nepřehledné množství hesel včetně biosyntéz koenzymů, vitamínů atd., ale ani zmínku o NK.

Když nahlédnu do učebnic přírodopisu, NK jsem detekovala až v učebnici z roku 1982. Ve středoškolských učebnicích různého zaměření byly NK sice v každé z nich, ale je pravdou, že nejstarší z výčtu výše je z roku 1981, takže je dobře možné, že NK by byly NK kyselinami k nalezení i ve starších učebnicích, ale ty jsem neměla k dispozici. Navíc oproti učebnicím chemie, v biologických učebnicích jsou NK vždy popsány v návaznosti na genetiku nebo jako nedílná součást popisu buňky jakéhokoli organismu – bakterie, viru nebo eukaryota.

Každopádně, když se zaměřím pouze na uvedený výčet učebnic, byly NK vyučovány dříve spíše v chemii, což by i vzhledem k historii objevu souhlasilo. Nukleovými kyselinami se prvotně zabývali organičtí chemici a posléze biochemici.

4. Jak je to dnes?

4.1. Rámcový vzdělávací program

RVP neboli rámcový vzdělávací program je nový soubor kurikulárních dokumentů, který v souladu se školským zákonem (561/2004Sb.) zavádí do systému nový způsob vzdělávání dětí a adolescentů od 3 do 19 let. RVP byly vytvořeny na státní a školní úrovni. Státní úroveň v systému kurikul tvoří Národní vzdělávací program neboli NVP a Rámcový vzdělávací program neboli RVP. Školní úroveň je tvořena takzvanými Školními vzdělávacími programy neboli ŠVP. NVP je dokumentem, který vyjadřuje požadavky procesu vzdělávání jako celku, kdežto RVP se zaměřuje na formulaci požadavků a funkce vzdělávání na úrovni jednotlivých druhů vzdělávacích institucí

(předškolní, základní, gymnaziální,...). ŠVP jsou naopak v kompetenci jednotlivých škol, ale všechny podléhají svou základní strukturou Rámcovému vzdělávacímu programu (J. Jeřábek a kol., 2007, str.5-6)

RVP vycházejí z myšlenky celoživotního vzdělávání jedince. Jejich strategie je soustředěna získání klíčových kompetencí, které jsou poté využívány v praktickém životě. (J. Jeřábek a kol., 2007, str.7) Klíčové kompetence jsou dovednosti, schopnosti, postoje a hodnoty, které jsou důležité pro rozvoj jedince a jeho aktivní zařazení do společnosti a jeho uplatnění v životě. Jsou provázané celým procesem vzdělávání (J. Jeřábek a kol., 2007, str.8). Součástí tohoto dokumentu jsou i tzv. průřezová témata, očekávané výstupy a vzdělávací oblasti. Průřezová témata jsou povinnou součástí takto definovaného způsobu vzdělávání a jsou reakcí na momentální potřeby společnosti jak je vidí autoři koncepce . Průřezová témata byla vytvořena, aby propojovala a dávala do souvislosti poznatky získané žáky z jednotlivých vzdělávacích oblastí (J. Jeřábek a kol., 2007, str. 65). Nedílnou součástí RVP jsou i vzdělávací oblasti, které jsou tvořeny jednotlivými vědními obory.

RVP G označuje Rámcový vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání. I zde jsou klíčové kompetence, očekávané výstupy, vzdělávací oblasti atd. Toto kurikulum se však výhradně zabývá vzděláváním na čtyřletém gymnáziu nebo vyšším stupni víceletého gymnázia. Kromě výše zmíněných sekcí se zaměřuje i na vzdělávací obsah jednotlivých vzdělávacích oblastí. Pro téma této práce je nejdůležitější oblastí oblast nazvaná Člověk a příroda, do které patří obory Chemie, Biologie, Fyzika, Geografie a Geologie (J. Jeřábek a kol., 2007, str. 11-12).

Na bázi této imaginární pyramidu kurikul je ŠVP, program prezentující konkrétní podobu vzdělávání na dané konkrétní škole. Tento by měl obsahovat profilaci školy, učební plán, učební osnovy a hodnocení žáků a jeho tvorba je plně v rukou samotných učitelů. Samozřejmě však musí splňovat rámec daný RVP (J. Jeřábek a kol., 2007, str.5)

4.1.1. Zařazení učiva nukleových kyselinách do RVP

Učivo o DNA je zahrnuto ve dvou vzdělávacích oborech a to v chemii a v biologii. Vzdělávací obsah oboru je rozdělen do kapitol, z nichž jsou definovány jednotlivé očekávané výstupy, které je učitel povinen naplnit a jejichž součástí je též učivo, které má též závazný charakter a je povinné jej dodržovat. Je též zřejmé, že aby učitel dodržel očekávané výstupy, je nevyhnutelné víceméně dodržet osnovu doporučeného učiva a možnost alternativ je do určité míry omezena.

V biologii je vzdělávací obsah vyplněn kapitolami obecná biologie, biologie virů, biologie bakterií, biologie protist, biologie hub, biologie rostlin, biologie živočichů, biologie člověka, genetika a ekologie (J. Jeřábek a kol., 2007, str. 31-34).

Učivo DNA je zahrnuto v kapitole Genetika ve spojitosti s dalšími termíny, jako je variabilita, dědičnost atd. V kapitole Genetika jsou očekávané výstupy definovány takto:

„Student využívá znalosti o genetických zákonitostech pro pochopení rozmanitosti organismů a analyzuje možnosti využití znalostí z oblasti genetiky v běžném životě.“

Učivo je zorganizováno do čtyř podkapitol s názvy Molekulární a buněčné základy dědičnosti, Dědičnost a proměnlivost, Genetika člověka a Genetika populací (J. Jeřábek a kol., 2007, str.31-34). Molekulární a buněčné základy dědičnosti je tedy učivo, kde se učitel zabývá výukou DNA.

Učivo o DNA je však částečně zahrnuto i v kapitole Obecná biologie, ve které je učivo rozděleno na Vznik a vývoj živých soustav (evoluce) a poté na Buňku a její stavbu. Očekávané výstupy zde nejsou tak konkrétní jako v případě kapitoly genetiky:

„Žák odliší živé soustavy od neživých na základě jejich charakteristických vlastností, porovná významné hypotézy o vzniku a evoluci živých soustav na Zemi, objasní stavbu a funkci strukturních složek a životní projevy prokaryotních a eukaryotních buněk, vysvětlí význam diferenciací a specializace buněk pro mnohobuněčné organismy, odvodí hierarchii recentních organismů ze znalostí o jejich evoluci“ (J. Jeřábek a kol., 2007, str. 31).

Mnohé moderní i starší učebnice řadí primárně DNA do obecné biologie, která je většinou brána v prvních ročnících SŠ a poté je opět připomínána v kapitole Genetika, kde se již ale nevysvětlují základní pojmy ale rovnou se navazuje na již získané znalosti.

Vzdělávací obor chemie je omezen oproti biologii jen na čtyři kapitoly nazvané Obecná chemie, Anorganická chemie, Organická chemie a Biochemie (J. Jeřábek a kol., 2007, str.31). Učivo o nukleových kyselinách je obsaženo pouze v kapitole biochemie, která je sama o sobě často, hlavně v zahraničí, brána jako samostatný obor a nebo přinejmenším jako obor hraniční.

V kapitole biochemie jsou očekávané výstupy formulovány takto:

„Žák objasní strukturu a funkci sloučenin nezbytných pro důležité chemické procesy probíhající v organismech a charakterizuje základní metabolické procesy a jejich význam“ (J. Jeřábek a kol., 2007, str. 29)

Závazné učivo této kapitoly obsahuje témata lipidy, proteiny, sacharidy, vitaminy, hormony, enzymy a nukleové kyseliny neboli DNA a RNA (J. Jeřábek a kol., 2007, str. 29-30).

4.2. Požadavky k maturitní zkoušce

Požadavky k maturitní zkoušce jsou zahrnuty v tzv. katalozích požadavků k maturitní zkoušce, které jsou vždy vyhotoveny dle jednotlivých vzdělávacích oborů vyučovaných na školách (schválené MŠMT dne 4. 3. 2008 pod č. j. 3 053/2008-2/CERMAT a 3 231 až 3 251/2008-2/CERMAT).

Katalogy požadavků k maturitní zkoušce poskytují svým čtenářům informace o požadavcích kladených na žáky středních škol s maturitní zkouškou. Kromě zmíněných požadavků k maturitní zkoušce obsahují základní specifikace zkoušek a příklady testových úloh a zadání. Kompletní sada katalogů byla v tištěné formě odeslána do škol koncem března 2008 (www.novamaturita.cz).

V souladu s § 78a odst. 1 zákona č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon), stanovilo Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy platnost katalogů požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky pro školní roky 2010/2011 a 2011/2012. Uvedené katalogy jsou platné také pro školní rok 2012/2013 (www.novamaturita.cz).

V každém katalogu jsou první části charakterizovány očekávané znalosti a dovednosti v obecné rovině a ve druhé části jsou rozpracovány tematické okruhy. Předpokládá se, že žák rozumí získaným znalostem, získané znalosti dokáže aplikovat a řešit tak problémy a že dokáže pracovat s informacemi (www.novamaturita.cz - katalog biologie).

4.2.1. Katalog požadavků k maturitní zkoušce z biologie

V návaznosti na Rámcový vzdělávací program jsou požadavky v katalogu organizovány do témat podobně jako v RVP G, ale právě požadavky jsou zde stanoveny velice přesně a výstižně.

Ve vzdělávacím oboru biologii je požadována znalost nukleových kyselin v tematickém okruhu Obecná biologie, Prokaryotní organismy a viry. Tento tematický okruh totiž zahrnuje mimo jiné požadavek popsat strukturu a funkci buněčných organel eukaryotní i prokaryotní buňky (www.novamaturita.cz - katalog biologie).

Dále pak je beze sporu požadována znalost DNA a RNA v tematickém okruhu Genetika. V tomto okruhu je vyžadováno, aby žák, cituji: „...popsal složení, strukturu a funkci nukleových kyselin, objasnil podstatu genetického kódu, popsal průběh replikace, transkripce a translace, objasnil pojem gen, exprese genetické informace, princip regulace genové exprese, odvodil pořadí aminokyselin v peptidu při zadání sekvence nukleotidů v DNA nebo RNA s pomocí tabulky genetického kódu, objasnil praktický a vědecký význam čtení genomu člověka a jiných organismů, uvedl příklady praktického využití metod genového inženýrství a jejich přínos pro člověka“ (www.novamaturita.cz - katalog biologie).

V žádném dalším okruhu z oboru biologie není znalost nukleových kyselin vyžadována.

4.2.2. Katalog požadavků k maturitní zkoušce z chemie

I tento katalog je koncipován stejně jako katalog biologický v návaznosti na učivo a očekávané výstupy v RVP G. Chemické okruhy jsou členěny klasicky a znalost nukleových kyselin je požadována pouze v okruhu biochemickém. Interpretace požadavků však není zcela shodná s požadavky z biologické sekce.

V chemii je vyžadováno, aby žák, cituji: „...popsal a rozlišil strukturu nukleových kyselin, ribosy a deoxyribosy, purinových a pyrimidinových bází, charakterizoval nukleosidy, nukleotidy a polynukleotidy, objasnil význam DNA a RNA v organismu, popsal a vysvětlil hlavní fáze proteosyntézy a chemické příčiny mutací“ (www.novamaturita.cz - katalog chemie).

Je vidět, že zde se očekává chápání látky spíše z chemického hlediska, i když se význam pro život nedá ani zde zcela opomenout.

4.3. Ukázky ŠVP

Jak již bylo řečeno v kapitole 4.1, každá škola si vytváří svou vlastní profilaci dle svého zaměření. Tato profilace je přístupná veřejnosti pod názvem školní vzdělávací program, zkr. ŠVP. ŠVP má strukturu časového plánu a je koncipován dle vzdělávacích oborů. Učitel každého vzdělávacího oboru rovňuje veškeré učivo do jednotlivých ročníků. Na rozdíl od tematických plánů, které byly uplatňovány dříve, je součástí ŠVP i časová dotace, průřezová témata a propojení či přesahy do jiných vzdělávacích oborů. Naopak chybí přesné časové určení, kdy se bude co vyučovat. V tomto je učitel ponechána benevolence.

Aby bylo vysvětlení výše lépe chápáno v příloze této práce jsou dvě ukázky ŠVP. Ukázka 1 představuje školní vzdělávací program šestiletého Gymnázia Čakovice, jehož obsah je koncipován dle RVP ZV pro 1.-2. ročník a RVP G pro 3.-6. ročník. Ukázka 2 pochází z Gymnázia Jana Palacha, které je čtyřletým gymnáziem a proto byl jeho školní vzdělávací program vytvořen pouze dle RVP G. Jelikož jsou ŠVP velmi rozsáhlé a tato práce má jistá stránková omezení, vybrala jsem pouze ročníky, ve kterých by měla probíhat výuka nukleových kyselin.

4.3.1 Gymnázium Čakovice

Ukázka 1 poskytuje náhled na ŠVP gymnázia Čakovice sídlící v Praze. Na obrázku č. 4 (příloha) je popis části učebního obsahu pátého ročníku šestiletého studia chemie. Nukleové kyseliny jsou součástí kapitoly přírodní látky. Přírodní látky jsou většinou poslední kapitolou velkého celku Organická chemie. Následně je na obrázku č.5 (příloha) ukázáno učivo 6. ročníku předmětu chemie, kde jsou nukleové kyseliny uvedeny v rámci velkého celku biochemie.

V biologii je učivo o DNA a RNA poprvé uvedeno ve 3. ročníku jako zvláštní kapitola Dědičná informace mezi charakteristikami živých a neživých soustav a biologií prokaryot a virů (příloha, obr. č.6). Učivo zde obsahuje strukturu, funkci, replikaci, transkripci a translaci. Dále dle očekávání je učivo NK až v šestém ročníku jako předvoj ke Genetice v kapitole Buněčná biologie, základní buněčné procesy na molekulární úrovni (příloha, obr.7). Následně v Genetice se opět opakuje stavba a funkce DNA a RNA (příloha, obr.8).

4.3.2 Gymnázium Jana Palacha

Ukázka 2 pochází ze čtyřletého pražského gymnázia Jana Palacha. Na obrázku č.9 (příloha) je tabulka s učivem 3. ročníku chemie, kde se stavbou a funkcí nukleových kyselin na rozdíl od Gymnázia Čakovice zabývají až v kapitole Základy biochemie pod názvem biomakromolekulární látky. Obsahově stejné učivo lze nalézt v 1. ročníku biologie jako součást výkladu o prokaryotické a eukaryotické buňce (příloha, obr.č.10). Nakonec se vše znovu probírá ve 3. ročníku biologie (příloha, obr.11). Molekulární základy dědičnosti jsou úvodem ke Genetice.

4.4. Současné učebnice

S postupným utvářením a rozvojem českého školství se vyvíjela i česká učební literatura. V historii výuky NK, jak jsem zmínila výše (kap.3), lze také pozorovat jistý vývoj a rozšiřování učební látky o nukleových kyselinách. Pro celkový náhled na učební literaturu o tomto tématu je následující kapitola věnovaná krátké expozici do některých učebnic používaných v současnosti. Výběr je omezen na učebnice typu středoškolský přehled. Důvodem je ucelenost a přehlednost učiva a to, že veškeré učivo je obsaženo v jedné jediné knize. Mohu tak poukázat na zařazení a rozsah látky týkající se NK.

Nový přehled biologie, Stanislav Rosypal a kol., Scientia, Praha 2003

Nový přehled biologie je rozdělen do deseti velkých celků. Nukleové kyseliny lze nalézt ve velkém celku nazvaném Buňka v kapitole chemické složení buňky, kde autoři popisují jednoduše stavbu, formy výskytu u různých organismů (ss DNA nebo ds DNA u virů) a krátce se zmiňují i o RNA. Dále autoři nezapomněli na popis forem DNA (plazmidy, lineární chromozomy, nukleozomy a kondenzace DNA šroubovice) v prokaryotické a eukaryotické buňce v další kapitole pod názvem Struktura buňky. Poté je velmi podrobně, vysvětleno v kapitole Molekulární biologie buňky ústřední dogma molekulární biologie (replikace, transkripce, translace) a dále také pojmy genetický kód a gen. Naposledy je učivo NK stručně zopakováno v úvodu do genetiky v kapitole Cytologické základy dědičnosti.

Přehled středoškolské chemie; Jiří Vacík a kol.; 1995; SPN Praha

Přehled středoškolské chemie je typem učebnice, který obsahuje všechny podobory chemie jako jsou obecná chemie, anorganická chemie atd. Není tomu jinak ani u této knihy. Tato kniha je však celkově pojata velmi moderně a i dnes je velmi bohatá na cenné a platné informace. Přehled je koncipován do

šesti objemných celků, z nichž nukleové kyseliny mají vlastní kapitolu (str. 318-324) v celku nazvaném Základy biochemie. Zde autoři vysvětlují biochemickou podstatu genu, strukturu nukleových kyselin, molekulární základ dědičnosti, replikaci, transkripci a translaci.

Odmaturuj z biologie, Marika Benešová a kol, Didaktis, Brno 2003

Odmaturuj z biologie je uvedena DNA při popisu buněčného jádra. Stavba, složení NK, genetický kód, přenos genetické informace (ústřední dogma molekulární biologie), pojem gen a a krátké vysvětlení genetického inženýrství je obsaženo až v úvodu do genetiky v podkapitole Molekulární základy dědičnosti (str. 183-188). V následující podkapitole Genetika buňky je ještě stručně vysvětleno uložení genetické informace v buňce (str. 189).

Odmaturuj z chemie, Marika Benešová, Hana Satrapová, Didaktis, Brno 2002

Tento přehled středoškolské chemie je velmi stručný na rozdíl od přehledu biologie od Rosypala. Přehled je koncipován dle klasického rozdělení na chemii obecnou, anorganickou, organickou a biochemii. Učební látka nukleových kyselin je uvedena v samostatné kapitole Nukleové kyseliny (str.183-185) v celku biochemie. Obsah učiva je zestručněn na charakteristiku, strukturu, vlastnosti jakožto chemických látek a zástupce – DNA a RNA.

Porovnání obecně Přehledy a Odmaturuj jsou oba Přehledy mnohem obsáhlejší a podrobnější. Při porovnání Nového přehledu biologie s Odmaturuj z biologie je přehled mnohem obsáhlejší a podrobnější. Některé informace o NK z Nového přehledu biologie jsou vykládány až na vysokoškolských přednáškách z molekulární biologie a proto celkový obsah informací v této učebnici působí trochu předimenzovaně. V odmaturuj z biologie jsou informace naopak zestručněny na základní znalosti.

Ve středoškolském přehledu chemie jsou NK vysvětleny spíše biologicky. Uvedena je stavba, složení, ale i replikace, transkripce a translace, i když ve zredukované formě. Chemické pojetí DNA a RNA jakožto kyselin chybí.

Naopak v Odmaturuj z chemie je popis NK zestručněn, ale jsou popsány i vlastnosti těchto látek jakožto kyselin.

4.5. Zahraniční kurikula

Principy, kterými se řídí vzdělávání v České republice, jsou víceméně obsaženy i v osnovách, kterými se řídí jiné vyspělé země po celém světě. Jsou zde však rozdíly v koncepci i v konkrétním učivu.

Například podobný systém školství jako má Česká republika má i Rakousko nebo Slovenská republika. Důvodem je, že v době velké reformy školství patřily Rakousko, Slovenská republika i

Česká republika pod jednu vládu, byly součástí tzv. Rakousko- Uherské monarchie. V 19. století proběhla velká reforma školství a proto jsou si vzdělávací systémy těchto zemí velmi podobné. Naproti tomu například ve Velké Británii můžeme pozorovat odlišný systém, který je původu anglosaského.

Zaměřila jsem se proto na některé velmi vyspělé země (Velká Británie, Austrálie a Rakousko), které mají školství na vysoké úrovni, abych mohla porovnat jejich koncepce a poukázat na rozdíly mezi něž patří i výuka nukleových kyselin. Vzhledem k tématu této práce se budu soustředit na vzdělávací oblasti, ve kterých je zahrnuta výuka DNA.

4.5.1. Velká Británie

Velká Británie má svůj vzdělávací program rozdělený do několika velkých celků podle toho zda se jedná o vzdělávání základní (primary school) či středoškolské (secondary school). Sylaby škol jsou rozdělené na humanitární/ umělecké obory a Vědu. V rámci těchto hlavních oborů si žáci druhého stupně (secondary school) vybírají jednotlivé předměty. Žáci, kteří se chtějí věnovat přírodovědným oborům, studují chemii, fyziku, matematiku, ekonomii, technické kreslení, biologii, zeměpis. Žáci, kteří se rozhodnou studovat humanitární vědy, studují angličtinu a literaturu, historii, cizí jazyk, hudbu, umění, divadelní vědu. Vedle toho musí všichni absolvovat PE (physical education - tělocvik), nauku o vedení domácnosti, technické práce pro dívky, základy přírodních věd. Stejný systém funguje na všech typech škol. (www.nicm.cz/britsky-vzdelavaci-system).

Učivo biologie a chemie je obsaženo v celku nazvaném Věda (v originále Science), který je rozdělen do tzv. klíčových stupňů, etap podle věku studenta. Poté každý z těchto klíčových stupňů má své další úrovně, které by se daly připodobnit očekávaným výstupům definovaným v RVP. V příslušném dokumentu jsou vyznačeny závazné znalosti, dovednosti a schopnosti, které jsou dány zákonem, ale také jisté nadstavbové doplňující možnosti, které však povinné nejsou a mají pouze doporučující funkci.

Vzdělávací celek nazvaný Věda (v originále Science) zahrnuje vzdělávací oblasti nazvanými Biologické procesy v živých organismech (volně přeloženo, biologie), Materiály a jejich vlastnosti (chemie) a Fyzikální procesy (fyzika) (www.education.gov.uk).

Učivo 3. klíčové úrovně v oblasti Biologické procesy v živých organismech se zabývá buňkou a buněčnými procesy. Studenti by se tedy na této úrovni měli učit o rozdílech mezi rostlinnou a živočišnou buňkou, o buněčných organelách včetně jádra, o oplození jak u rostlin tak u člověka, o tkáních a o různých dalších procesech různých u různých organismů (www.education.gov.uk).

Na klíčovém stupni 4 se mají studenti již seznámit s dědičností a funkcí genů obsažených v buňkách. (www.education.gov.uk).

Z toho usuzují, že o DNA a jejích vlastnostech a funkci se britští studenti učí na klíčové úrovni 3, tedy přibližně ve věku 7 – 11 let. Na úrovni čtyři se již věnují genetice (www.education.gov.uk), a tudíž musí vycházet ze základních znalostí o nukleových kyselinách. Je zajímavé, že v oblasti Materiály a jejich vlastnosti se přírodními látkami na střední škole nezaobírají, naopak tato oblast spíše anorganicky chemická.

Další studium může žák absolvovat po ukončení základního vzdělání (primary a secondary school) ve věku 16ti let. Pokud má student zájem o další vzdělávání, musí absolvovat tzv. college school, což je vzdělávací spojnice našeho středního a vysokoškolského vzdělání, které je ukončeno v 18ti letech zkouškou podobnou naší maturitě a poté může být přijat na univerzitu (www.nicm.cz).

Na college school má student možnost zvolit si z velké škály kurzů, které chce studovat a na vysoké škole se již věnuje přímo danému oboru stejně jako na vysokých školách v ČR (Eileen Gregory, 2011).

Dále je pak možno studovat nukleové kyseliny v samostatných kurzech na vysokých školách jako např. kurz Cell and molecular biology na Kingston University v Londýně nebo kurz Biochemistry na Queen Mary University of London (www.study london.ac.uk). Na Cambridge University je možné studovat nukleové kyseliny v kurzech Genetics nebo Biochemistry (www.study.cam.ac.uk). V příloze je pro lepší porozumění k nahlédnutí obrázek 2, charakterizující britský vzdělávací systém. Obr. 2 vyobrazuje celkový systém vzdělávání ve Velké Británii, kdežto tato kapitola je zaměřena na předměty biologie a chemie.

4.5.2. Austrálie

Struktura australského vzdělávacího programu se odlišuje jak od kurikula České republiky, tak od kurikula Velké Británie. I když je Austrálie pod vládou Spojeného království Velké Británie a Severního Irsku, její vzdělávací hierarchie je jiná. Obě země si jsou však velmi podobné v koncepci i uspořádání vzdělávacích oborů a učiva.

V australském vzdělávání je rozdělení učiva poměrně jednoduché. Národní kurikulum je členěno stejně jako ve Velké Británii do několika vzdělávacích oblastí do nichž patří mimo jiné i oblast nazvaná Věda (Science), do které spadá nauka z oborů biologie, chemie, fyziky a zeměpisu (což se liší od V.B., kde se v celku Science nalézaly pouze biologie, chemie a fyzika). Dále je učivo každého tohoto rozsáhlého celku v tomto dokumentu rozděleno jednoduše dle let, resp. věku studenta, do čtyř skupin. Učivo pro žáky ve věku 5 – 8 let, ve věku 8 – 12 let, dále ve věku 12 – 15 let a nakonec pro studenty ve věku 15 – 18 let. Ve vzdělávacím celku Věda (Science) je veškeré učivo pojato ve třech oddílech nazvanými porozumění, dovednosti a věda jako nástroj lidské činnosti.

Již ve druhé věkové skupině, tj. věk žáka je 8 – 12 let, jsou k nalezení dvě kapitoly následující ihned za sebou Struktura a funkce živých soustav a Životní cykly organismů. Minimálně v první kapitole bych předpokládala alespoň vysvětlení pojmu nukleová kyselina, konkrétní obsah však není uveden. Také není uvedeno, v jakém oboru se tato látka bude vyučovat. Výčet látky, které by žáci na této úrovni měli porozumět je vyložen bez jakéhokoli zařazení do oboru (www.acara.edu.au). Takovéhle uspořádání by se dalo přirovnat k naší prvouce, která je vyučována na 1. stupni základní školy a zde také není určeno, která kapitola je biologická a která patří do chemie.

Ve třetí věkové skupině, tj. věk žáka je 12 – 15let, je už výčet učiva, kromě tří výše zmíněných oddílů, rozdělen i do jednotlivých oborů, ale větší rozlišení zde také nelze nalézt. Látku týkající se DNA předpokládám pouze v jediné kapitole nazvané Buňky a živé organismy. V chemii učivo o nukleových kyselinách vůbec neočekávám, protože v tomto kurikulu buď není chemie vůbec definována jako např. v prvních dvou věkových skupinách (ani u nás se chemie na prvním stupni základní školy neučí), a nebo je jako např. ve třetí věkové skupině dána dohromady s fyzikou (www.acara.edu.au).

Poslední čtvrtá věková skupina, tj. věk žáka je 15 – 18 let, je určena pouze ve formě povinně volitelných kurzů, kde je možné si vybrat kurz podobně jako na vysoké škole jen s nižší obtížností. Záleží také na nabídce a možnostech dané školy (www.acara.edu.au).

Stejně jako ve Velké Británii i v Austrálii je možné po střední škole absolvovat biochemické či molekulárně biologické kurzy. Například na Univerzitě v Sydney nabízejí kurzy Biochemistry nebo Molecular biology and Genetics (www.sydney.edu.au) a totéž i například na University of Melbourne (www.coursesearch.unimelb.edu.au).

Pro lepší porozumění je přiložen obrázek 3, který zobrazuje schematicky australský vzdělávací systém. Na tomto obrázku je vyobrazen celkový systém vzdělávání, kdežto tato podkapitola je zaměřena jen na učivo biologie a chemie.

4.5.3. Rakousko

Rakouský vzdělávací systém je velmi podobný vzdělávacímu systému ČR. Jisté odlišnosti zde však jsou stejně jako u V.B. a Austrálie.

Rakousko má vzdělávání všeobecné rozlišeno na základní (primární), střední (sekundární) a vysoké (terciární). Primární vzdělávání je absolvováno žákem od 5 – 8 let ve čtyřech třídách. Poté žák pokračuje všeobecným sekundárním nižším vzděláváním ve věku 9 – 14 let ve třídách 1.- 4.. Poté může žák pokračovat vyšším sekundárním vzděláváním všeobecného zaměření a nebo si vybrat jinou střední školu s odborným zaměřením. Vyšší sekundární vzdělávání plynule přechází ze sekundárního nižšího věkem žáka 15 – 18 let (5.- 8. třída) a je zakončeno zkouškou obdobnou české maturitě. v příloze této práce je obr. 1, který zobrazuje vzdělávací systém Rakouska.

Národní kurikulum Rakouska je rozděleno stejně jako je rozdělen vzdělávací systém. Stejně je tak tomu i v ČR. Tato kurikula jsou poté organizována dle jednotlivých vzdělávacích oborů. Vzdělávací oblasti jak jsou definovány v RVP nejsou v rakouských kurikulech obsažena. Učivo chemie i biologie je členěno dle ročníků podobně jako ŠVP jednotlivých škol v ČR.

Na základní ani nižší střední úrovni vzdělávání není žák seznámen s pojmem nukleová kyselina. Ve 2. třídě sekundární nižší školy se poprvé setkává pouze s pojmy buňka jako základního stavebního kamene života (www.bmukk.gv.at).

Poprvé se žák učí o DNA a RNA v 5. třídě. Žák by měl mít z tohoto ročníku znalosti o buňce, jejích strukturách a vztahy mezi životními událostmi buňky a jejími strukturami. Do větší hloubky učiva o nukleových kyselinách se zachází až v 8. třídě. V 8. ročníku jsou v plánu učiva cytologické a molekulární základy dědičnosti, biochemické procesy zapojené do syntézy bílkovin (translace, transkripce a regulace genové aktivity) a genetika (www.bmukk.gv.at).

Rakousko jako jeden z našich nejbližších sousedů s Českou republikou sdílelo i jistou část historie. Rakousko – Uhersko byl státní útvar existující od 8. června 1867 do 31. října 1918, který vznikl přeměnou Rakouského císařství (Habsburské monarchie) na základě tzv. rakousko-uherského vyrovnání v únoru 1867 (www.wikipedia.cz). Jistá část vývoje našeho státu byla sdílena s Rakouskem a dalšími zeměmi.

Vznikem této monarchie z několika do té doby samostatných zemí bylo dáno, že jisté vládní oblasti musí projít reformami, aby byly sjednoceny a vytvořil se tak jen jeden platný systém. Takovou reformou prošla i oblast školství a sjednotily se tak docházka, typy škol i obsahy a rozsahy učiva. I když se v roce 1918 Rakousko – Uherská monarchie rozpadla a vznikly samostatné státy, podobnosti školních systémů právě těch států, které byly pod touto nadvládou, lze pozorovat do současnosti.

5. Pohled a názory odborníků

V poslední kapitole této práce bych ráda dala prostor náhledu a názorům odborníkům v této oblasti, tedy učitelům nebo lidem, které se jinak zabývají výukou chemie či biologie. Učinila jsem malé rozdělení na učitele české a učitele zahraniční. Učinila jsem tak vzhledem k rozdílným konceptům školních osnov v různých zemích. Jak již bylo řečeno výše v kapitole Zahraniční kurikula, většina zahraničních vyspělých zemí nemá tak přísně oddělené vzdělávací obory jako Česká republika, jejich kurikula jsou koncipována velmi obecně a pokud jsou nějak konkrétněji vyhraněny jednotlivé předměty, pak je učivo DNA obsaženo pouze v Biologii. Je tedy zřejmé, že odpověď na otázku zda je DNA téma výuky spíše biologické či spíše chemické již tyto země vyřešily.

5.1. Pohled na problematiku výuky DNA v České republice

Jak již bylo řečeno, středoškolská výuka probíhá dle Rámcového vzdělávacího programu. Každá škola jeho rámec využívá k tvorbě svého vlastního profilu školy v tzv. Školním vzdělávacím programu. ŠVP je tvořen učebním plánem každého vzdělávacího oboru, jehož výuku škola nabízí. Jinými slovy učitel je povinen vytvořit učební plán vzdělávacího oboru, který vyučuje na škole v daném roce.

Možnosti jak koncipovat jednotlivé učební plány jsou však různé a je zde tak učitelům ponechána jistá volnost.

Dle Dr. Svatavy Janouškové, která je autorkou několika článků na elektronickém portálu RVP, je několik možností jak začlenit vzdělávací obor chemie do ŠVP:

„Předmět vytvořit výhradně ze vzdělávacího oboru Chemie. To znamená rozpracovat všechny očekávané výstupy a učivo vzdělávacího oboru Chemie, neintegrovat žádné jiné očekávané výstupy ani učivo z jiných vzdělávacích oborů nebo předmět vytvořit sloučením více úplných vzdělávacích oborů. Tedy rozpracovat veškeré očekávané výstupy a učivo zvolených vzdělávacích oborů, např. Chemie a Fyziky.“

Dále je možnost předmět vytvořit ze vzdělávacího oboru Chemie a začlenit očekávané výstupy jiných vzdělávacích oborů. Znamená to rozpracovat všechny očekávané výstupy a učivo vzdělávacího oboru Chemie a přiřčenit a rozpracovat vybrané očekávané výstupy a učivo jiných vzdělávacích oborů, např. Biologie, Fyziky, Geologie (Svatava Janoušková, 2006). Pokud tento učitel zároveň učí i další z předmětů ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda, je pak nasnadě učivo s některým z těchto oborů provázat a ušetřit si tak čas např. k výuce náročnější látky.

Dále je dle Dr. Janouškové možné předmět vytvořit propojením očekávaných výstupů více vzdělávacích oborů. To znamená rozpracovat část očekávaných výstupů a učiva vzdělávacího oboru Chemie (zbytek musí být rozpracován v rámci jiných předmětů) a přiřčenit a rozpracovat vybrané očekávané výstupy a učivo jiných vzdělávacích oborů, např. Biologie, Fyziky, Geologie (Svatava Janoušková, 2006).

Jednou z dalších variant je předměty vytvořit rozdělením vzdělávacího obsahu vzdělávacího oboru Chemie. Míní se tím rozdělení a rozpracování očekávaných výstupů a učiva na dílčí části a z každé jedné vytvořit předmět, např. předměty Biochemie, Organická chemie, Anorganická chemie apod. (Svatava Janoušková, 2006). Tato poslední varianta je dle mého názoru ta nejčastěji aplikovaná.

Z tohoto vyjádření možností integrace chemie do ŠVP je dobře vidět, že není nutné přísně oddělovat hranice mezi příbuznými vzdělávacími obory a že se od tohoto zastaralého dodržování již upouští a to právě díky koncepci RVP. Téma nukleových kyselin tak může být v jednom vzdělávacím oboru vynechán, naopak v druhém předmětu mu může být věnováno více času a neplýtvá se tak omezenou

hodinovou dotací na stejnou látku ve dvou předmětech. Ale jak vplývá z odstavců výše, dle Dr. Janouškové je možností více a záleží na každém kantorovi, jak výuku zorganizuje.

Redaktorka časopisu *Biologie, chemie, zeměpis*, který se mimo jiné zabývá hlavně výukou těchto předmětů na základních a středních školách, se vyjádřila k celkové problematice struktury učiva v přírodovědných předmětech v souvislosti s jejich předimenzovaností.

„Dnes, v době uvolněné kreativity učitelů a škol v souvislosti s vytvářením školních vzdělávacích programů (ŠVP), jsou zvláště přínosné názory chemiků na to, co by mělo zůstat ve vyučovacím předmětu chemie zejména na základní škole, co by se naopak mohlo vyřadit, jakou funkci by tu chemie měla mít, jak ji koncipovat. Přispěli bychom tím k větší oblíbenosti chemie, která si to vzhledem ke svému významu zaslouží. Nesnadnost tohoto úkolu (a není to úkol právě nový) je zvláště v tom, že obsah chemie je nutné zkoordinovat zejména s fyzikou a ještě více s přírodopisem (biologií, ekologií), řečeno módními termíny, dosáhnout integrace v rámci environmentálního vzdělávání. Obecně se o tom dá dobře mluvit i psát, ale konkrétně je to horší. Stačí příklad DNA. Co všechno se musí žák naučit, aby dosáhl požadované kompetence? (nebo to brát jako nové slovíčko v cizím jazyce?) V časopisu usilujeme o koordinaci z hlediska výkladu mezipředmětových pojmů, použitých termínů (včetně pravopisu) po celou dobu jeho existence, ale rozpory více či méně přetrvávají. Odborníci si rozumějí, a tak se dítěti předkládá určitý pojem v různých předmětech v několika slovních podobách. Je to nezbytné? Nežádoucí heterogenita pro žáky v této oblasti přetrvává, i když se jí snaží alespoň zmírnit někteří autoři učebnic nebo redaktori“, (Miloslava Svobodová, 2006).

Z tohoto vyjádření mě osobně vyplývá, že např. DNA jakožto mezipředmětový pojem, ale určitě by se našlo i jiné překrývající se učivo, by se mohla vyučovat pouze v jednom vzdělávacím oboru. Vzhledem k nárůstu informací v dnešní době jsou na žáky kladeny stále vyšší nároky a vzniká ve finále pouze to, že si žák pamatuje pouze pojmy, ale nechápe principy a souvislosti.

Velice obecně, i když zároveň výstižně, se vyjádřila Mgr. Marta Šíbová (2009), která učí na Gymnáziu Jana Palacha v Praze matematiku a fyziku:

„Integrace by měla směřovat k tomu, aby žáci porozuměli mezioborovým a mezipředmětovým vztahům a zamezilo se neúčelnému zdvojování učiva“.

Tento jednoduchý poznatek je důkazem, že prioritou českého školství přestává být prostě předat informaci jako takovou, ale spíše naučit s danou informací žáka či studenta nakládat a využívat plně ve svůj prospěch.

5.2. Pohled na problematiku učiva o DNA v zahraničí

Situace v zahraničí je trochu odlišná. Jak jsem již uvedla v kapitole týkající se osnov zahraničních, konkrétně ve Velké Británii a v Austrálii, učivo nukleových kyselinách na středních školách je zahrnuto pouze v biologii a v chemii nikoliv. V nižších ročnících není vzdělávací obor chemie ani biologie rozlišen a učivo všech přírodovědných oborů je pojato do jediného nazvaného prostě Věda (v orig. Science). Názor tedy na to, zda je DNA téma pro biologii či spíše pro chemii je velmi nesnadné. I přesto bych zde ráda poukázala na několik zajímavých publikovaných názorů.

Eileen Gregory je profesorkou biologie na Rollins College na Floridě, Jane P. Ellis je též profesorkou biologie na Presbyterian College v Clintonu a Amanda N. Orentstein je asistující učitelkou biologie na Centenary College v Hackettstownu. Následující informace se sice týkají učiva vysokých škol, ale v zahraničí se často DNA věnují studenti buď ve volitelných seminářích biochemie, nebo právě na vysokých školách. Tyto tři zmíněné učitelky se zabývaly problematikou velkého množství učiva biologie na vysokých školách (Eileen Gregory et al., 2011). Obsah učiva chemie na gymnáziu v ČR je v zahraničí, hlavně v USA, brán jako vysokoškolská úroveň chemie.

Na základě různých studií a stížností vysokoškolských učitelů zorganizovaly učivo biologie dle kapitol a poté formou online dotazníků udělaly anketu, ve které se ptaly, která témata jsou nezbytná, která by se dala označit jako prioritní znalost a také témata, která nejsou nutná ani nezbytná.

V nabídce bylo uvedeno 41 okruhů, které byly v té době aktuální v sylabech na vysokých školách, ze kterých měli dotázaní vybrat 25 okruhů, o kterých jsou přesvědčeni, že jsou to okruhy zásadní a nezbytné a zbytek měli rozdělit na okruhy prioritní znalosti, dále znalosti pro vyšší úroveň a znalosti neprioritní (Eileen Gregory et al., 2011).

Výsledkem bylo, že z celkového počtu respondentů, tj. 310 osob, jich 86 % označilo okruh Struktura DNA a její replikace za základní a nezbytný (Eileen Gregory et al., 2011). Tabulka tohoto průzkumu je k nahlédnutí v příloze, obr. 13. Obrázek 13 z hlediska omezeného počtu stran této práce neobsahuje všech 41 témat, ale pouze 25, které byly vybrány jako nezbytné.

Trochu odlišná situace je ve Španělsku. Ve Španělsku je totiž koncepce učiva DNA podobná jako u nás. Biochemie také není na středních školách samostatným oborem a některé její kapitoly jsou zahrnuty v biologii a některé v chemii.

I zde dochází k jisté transformaci pohledu na výuku přírodovědných oborů. Ani tato země není výjimkou, že si přední odborníci především z univerzit všimli, že došlo k velkému pokroku v oblasti výzkumu DNA, ale vzdělávání v této oblasti zůstalo neměnné. Dnes už je vypracováno mnoho studií týkajících se výzkumu, jak probíhá výuka v současné době, zda jsou učitelé dostatečně informováni a vyškoleni, aby mohli toto téma učit atd.

V jedné takové studii se pánové R. J. M. Fernandez-Novell, E. Cid Gomis, A. Barbera a J. J. Guinovart z Univerzity v Barceloně rozhodli, že uspořádají kurz molekulární biologie a biochemie pro učitele. Většina účastníků tohoto kurzu, okolo 78 % měla titul z biologie a

méně pak účastníků, kteří měli titul z chemie, cca 15 %. Po ukončení této přednášky většina účastníků potvrdila, že výuku základů molekulární biologie nebo biochemie zařadí do svých osnov ve větším měřítku než doposud (2004).

Tato španělská studie ve mně vyvolala dojem, že látka týkající se DNA z hlediska molekulární biologie nebo její základy jsou vyučovány převážně v předmětu biologie a učivo DNA z hlediska biochemického je naopak vyučováno hlavně v chemii. Autoři velice často uvádějí „molekulární biologie a biochemie“. Dle mého názoru tím chtěli dodat důraz na rozdíl mezi obsahem učiva těchto dvou vědních disciplín, který je velmi důležitý. Zatímco molekulární biologie, vyučovány jsou tedy její základy, se zabývá převážně molekulou DNA ze všech různých pohledů, hlavně její replikací, transkripcí a následným překladem vzniklé RNA do proteinů, kdežto biochemie je disciplína mnohem obsáhlejší a pokrývá veškeré děje organismu na úrovni chemické a tudíž se spíše kloní k předmětu chemie.

6. Závěrečná diskuze

V závěru této práce bych ráda tuto práci zhodnotila.

Cíle, které byly stanoveny v úvodu této práce byly více méně splněny. Charakterizovala jsem nukleové kyseliny, abych uvedla čtenáře do situace, proč jsou DNA a RNA důležité pro jakýkoliv živý organismus a proč je tedy nutné, aby žákovi byly tyto poznatky předány. Vzhledem k obsáhlosti učiva o NK, které navíc není stěžejní pro tuto práci, jsem uvedla jen důležité souvislosti.

Exkurze do historie výuky NK byla uskutečněna prostřednictvím učebnic. Vzhledem k tomu, že učební materiál byl nesourodý jak z hlediska zaměření tak z hlediska letopočtu, se mi nepodařilo objasnit historické prvenství výuky DNA předmětu biologie nebo chemie. Zde bych proto ráda nastínila možnost dalšího zpracování např. ze starých školních osnov.

Dále bylo mou snahou analyzovat situaci v České republice a následně i v některých zahraničních zemích. Každá země má svou vlastní koncepci uspořádání učiva dokonce i v porovnání se společným historickým vývojem. Pouze u české koncepce jsem se setkala s přesně definovaným rozsahem a obsahem učiva. V rakouském kurikulu byl obsah a rozsah sice také definován, ale poněkud obecněji. Naopak byl v rakouském dokumentu přesně definován ročník, ve kterém mělo být učivo vyučováno. Dokumenty Velké Británie a Austrálie byly koncipovány velmi volně a velmi obecně. Jejich pojetí přírodních věd je celkové a hranice mezi danými vzdělávacími obory jsou velmi tenké.

Pokud shrnu celkový dojem z uvedených názorů odborníků, převažuje podle mne názor, že přírodovědného učiva je pro dnešní žáky velká přemíra. Snahy tedy vedou k tomu, aby se učivo

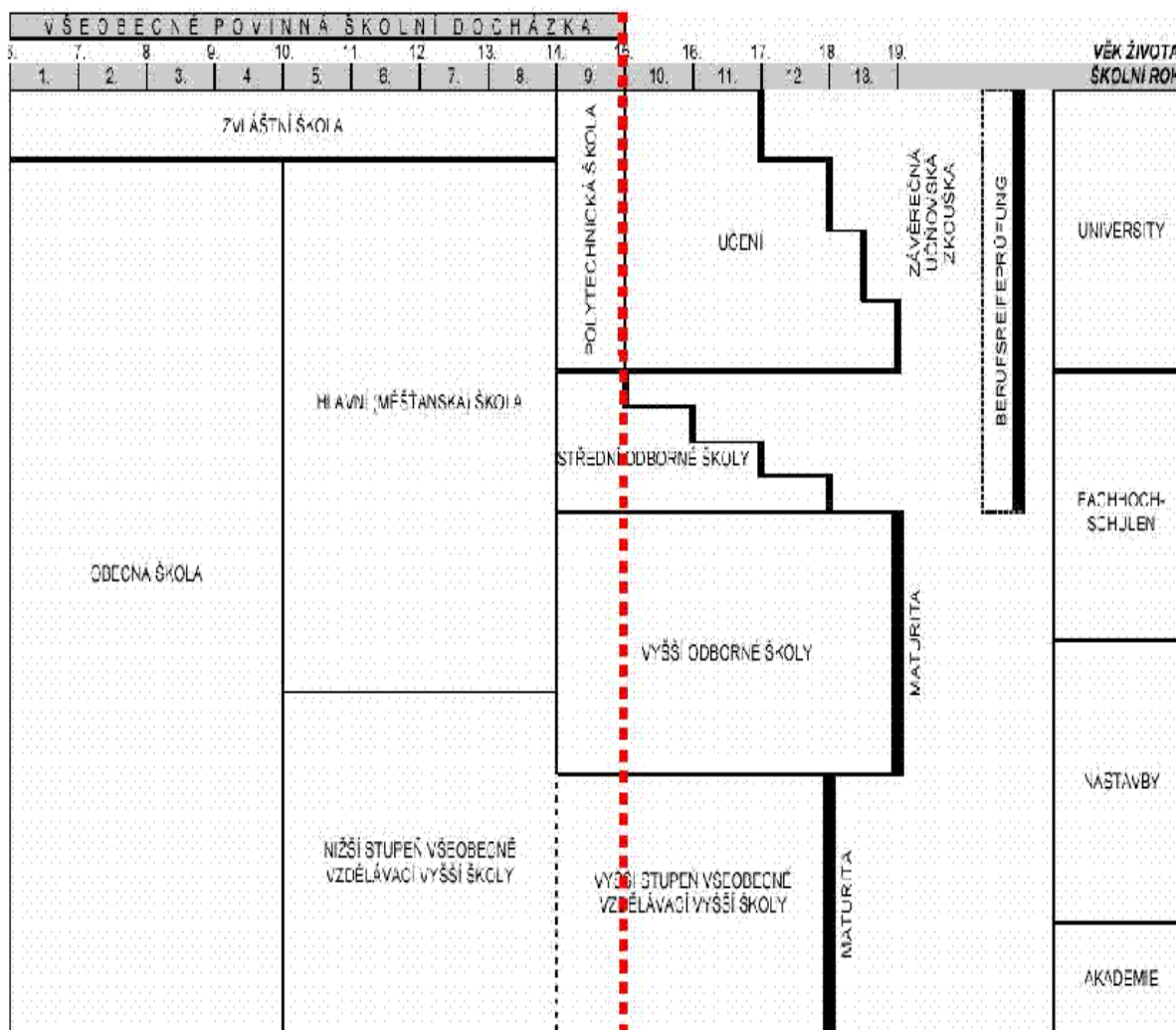
roztřídilo na podstatné, které by měl znát bezpodmínečně každý jedinec a nadstavbové pro zájemce o daný obor.

Při zpracování této práce je došla k závěru, že učivo o DNA má velký mezipředmětový přesah. Navíc je to látka učební velmi obsáhlá a náročná. V biologii je vyučována jakožto nositelka dědičné informace a v chemii jakožto chemická látka s jistými vlastnostmi, která se účastní biochemických procesů v buňce.

Odpověď na danou otázku tedy není jednoznačná stejně jako není jednoznačná povaha deoxyribonukleové kyseliny. Řešením by nemusela být jednoduchá odpověď, ale spíše změna v koncepci učiva celého jako je to vidět u Velké Británie nebo u Austrálie. Jinými slovy učit přírodní vědy jako celek. Žák by tak pochopil jak princip, tak souvislosti a výsledek procesu učení by byl dlouhodobější. Učitel by se tak vyhnul i opakování látky, která má mezipředmětový přesah a ušetřil by tak čas, který by se dal využít k projektům, laboratorním pracím, exkurzím atd.

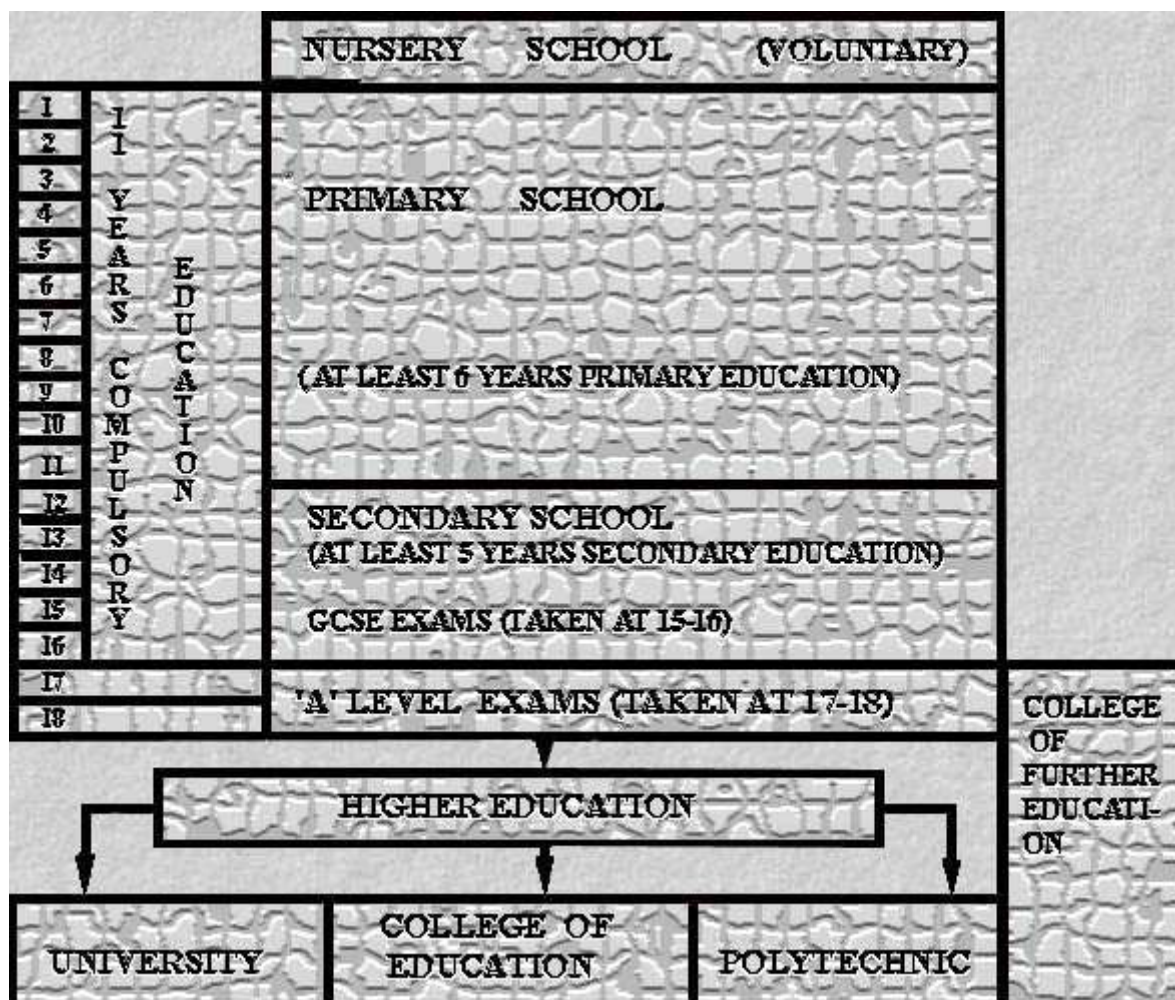
Přílohy:

Obrázek 1: Schéma rakouského vzdělávacího systému



Převzato dne 29.4.2012 z: <http://www.nicm.cz/rakousky-vzdelavaci-system>

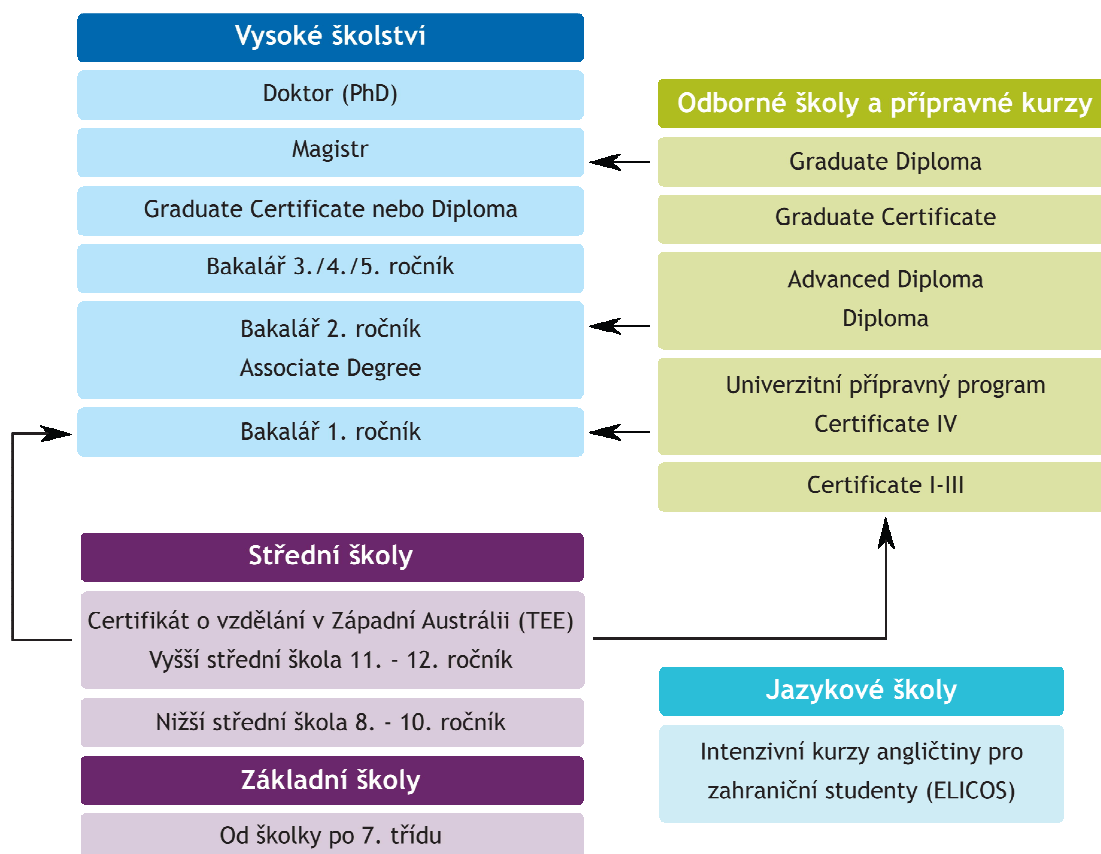
Obrázek 2: Schéma britského vzdělávacího systému



Obrázek převzat dne 15.4.2012 z:

http://schools.keldysh.ru/school1413/eng/egorova_ks/str5.html

Obrázek 3: Schéma australského vzdělávacího systému



Převzato dne 19.4.2012 z:

<http://pertheducationcity.com.au/%C4%8Cesky/Studium-v-Perthu/Vzd%C4%9BI%C3%A1vac%C3%AD-programy/>

Ukázka 1 - Gymnázium Čakovice

Obrázek 4: ŠVP Gymnázia Čakovice, 5.ročník 8letého studia, Chemie

ročník: 5.		předmět: Chemie – všeobecné zaměření	
Výstupy RVP	Školní výstupy	Učivo	Poznámky
			(PT, možné formy, mezipředmětové vztahy)
<p><i>Žák:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - charakterizuje základní skupiny organických sloučenin a jejich významné zástupce, zhodnotí jejich surovinové zdroje, využití v praxi a vliv na životní prostředí - aplikuje znalosti o průběhu organických reakcí na konkrétních příkladech - objasní strukturu a funkci sloučenin nezbytných pro důležité chemické procesy probíhající v organismech - uvede příklady zdrojů bílkovin, tuků, sacharidů 	<p><i>Žák:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - charakterizuje kyslíkaté deriváty uhlovodíků - použije různé typy vzorců a názvů derivátů uhlovodíků - uvede příklady praktického využití derivátů uhlovodíků - hodnotí negativní vliv alkoholu na člověka a bezpečnost v dopravě - seznámí s právními důsledky zneužívání návykových látek - zdůrazní význam organické chemie při výrobě léčiv, pesticidů, barviv a detergentů - charakterizuje jednotlivé skupiny přírodních látek, jejich strukturu, vlastnosti, zástupce a význam pro živé systémy - použije různé typy vzorců a názvů přírodních látek - seznámí se se základy toxikologie a vlivem nebezpečných látek na lidský organismus - hodnotí zásahy člověka do biosféry a uvede příklady havárie v životním prostředí - orientuje se v nejběžnějších alkaloidech a v možnostech jejich znečištění - charakterizuje jednotlivé skupiny 	<p>Kyslíkaté deriváty uhlovodíků</p> <ul style="list-style-type: none"> - charakteristika, rozdělení - hydroxylsloučeniny - karboxylové sloučeniny - karboxylové kyseliny - deriváty karboxylových kyselin/substituční a funkční / <p>Organické látky v praxi</p> <ul style="list-style-type: none"> - detergenty - pesticidy - léčiva - barviva - syntetické makromolekulární látky <p>výroba, držení a zprostředkování nelegálních návykových látek</p> <p>Přírodní látky</p> <ul style="list-style-type: none"> - alkaloidy - izoprenoidy - sacharidy - lipidy - bílkoviny - nukleové kyseliny 	<p>OSV – Problematika vztahů organismů a prostředí (negativní vliv látek na zdraví člověka)</p> <p>VMEGS – Globální problémy, jejich příčiny a důsledky (využití surovinových zdrojů ve světě, nerovnoměrnost v ekonomickém a společenském rozvoji)</p> <p>Člověk a svět práce – vlastnosti hydroxylových, karboxylových a karboxylových sloučenin</p> <p>EV – Člověk a životní prostředí (negativní vliv látek na zdraví člověka, zachování zdraví člověka)</p> <p>B1 – negativní vliv drog na člověka</p> <p>VMEGS – Globální problémy, jejich příčiny a důsledky (celosvětové nebezpečí drog)</p> <p>OSV – Seberegulace (celková péče o vlastní zdraví)</p> <p>B1 – zdravá výživa</p> <p>Člověk a příroda - AMK, sacharidy, lipidy, bílkoviny a nukleové kyseliny</p> <p>Člověk a zdraví – zdravá výživa</p>
	<p>přírodních látek, jejich strukturu, vlastnosti, zástupce a význam pro živé systémy</p> <ul style="list-style-type: none"> - použije různé typy vzorců a názvů přírodních látek - seznámí se se základy toxikologie a vlivem nebezpečných látek na lidský organismus 		<p>Člověk a svět práce : důkazy a vlastnosti přírodních látek</p>

Převzato 11.4.2012 z: <http://www.gymcak.cz/skolni-vzdelavaci-program/>

Obrázek 5: Gymnázium Čakovice, 6. ročník šestiletého studia, Chemie

ročník: 6.	předmět: Chemie – všeobecné zaměření		
Výstupy RVP	Školní výstupy	Učivo	Poznámky (PT, možné formy, mezipředmětové vztahy)
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> - objasní strukturu a funkci sloučenin nezbytných pro důležité chemické procesy probíhající v organismech - uvede příklady vitamínů, enzymů a hormonů - charakterizuje základní metabolické procesy a jejich význam - orientuje se ve výchozích látkách a produktech fotosyntézy a koncových produktech biochemického zpracování, především bílkovin, tuků, sacharidů. - určí podmínky postačující pro aktivní fotosyntézu - provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů - předvídá vlastnosti prvků a jejich chování v chemických procesech na základě poznatků o periodické soustavě prvků - využívá znalosti o částicové struktuře látek a chemických vazbách k předvídání některých fyzikálně chemických vlastností látek a jejich chování v 	<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> - charakterizuje enzymy, vitaminy, hormony a jejich funkce v organismu - popíše základní biotechnologie (výroba octa, piva, vína) - vysvětlí podstatu biochemických procesů - objasní energetickou spotřebu organismů - charakterizuje podstatu štěpení a vzniku bílkovin, sacharidů a lipidů a nukleových kyselin - vysvětlí význam kofaktorů oxidoreduktáz a transferáz pro biochemické procesy - porozumí, vysvětlí základní zákonitosti vyplývající z PSP - popíše stavbu a základní charakteristiku základních a přechodných prvků a zákonitosti vyplývající z period a skupin prvků - zapíše chem. reakce rovnicemi - aplikuje základní vztahy a vcličiny na chemické výpočty - objasní mechanismus přeměny výchozích látek na produkty a faktory ovlivňující reakční rychlost - aplikuje termochemické zákony na výpočet reakčních tepel 	<p>Biokatalyzátory</p> <ul style="list-style-type: none"> - enzymy - vitaminy - hormony <p>Metabolismus živých soustav</p> <ul style="list-style-type: none"> - biochemické děje a zákonitosti - pojmy anabolismus a katabolismus - přehledná charakteristika sacharidů, lipidů, bílkovin a nukleových kyselin - metabolismus sacharidů - metabolismus lipidů - metabolismus bílkovin - metabolismus nukleových kyselin - fyzikálně chemické procesy v živých soustavách biotechnologie <p>Shrnutí učiva</p> <ul style="list-style-type: none"> - PSP - základní chemické výpočty - chemické reakce a rovnice - reakční kinetika, termochemie a chem. rovnováha - chemie a životní prostředí 	<p>Bi – význam biokatalyzátorů pro rostliny a živočichy</p> <p>Člověk a příroda - AMK, sacharidy, lipidy, bílkoviny a nukleové kyseliny</p> <p>Člověk a zdraví : vliv metabolismu na zdraví člověka</p> <p>Člověk a svět práce : vlastnosti přírodních látek</p> <p>Bi , F – procesy v živých soustavách</p> <p>F – termochemické zákony, reakční kinetika, stavová rovnice ideálního plynu</p>
ročník: 6.	předmět: Chemie – všeobecné zaměření		
Výstupy RVP	Školní výstupy	Učivo	Poznámky (PT, možné formy, mezipředmětové vztahy)
chemických reakcích	<ul style="list-style-type: none"> - zapíše vztahy pro rovnovážné konstanty jednotlivých typů reakcí - charakterizuje pozitivní i negativní vliv chemie na životní prostředí 		

Převzato 11.4.2012 z: <http://www.gymcak.cz/skolni-vzdelavaci-program/>

Obrázek 6: Gymnázium Čakovice, 3. ročník šestiletého studia, Biologie

ročník: 3.	předmět: Biologie (všeobecné studium)		
Výstupy RVP	Školní výstupy	Učivo	Poznámky (PT, možné formy, mezipředmětové vztahy)
	<p>životní projevy organismů</p> <ul style="list-style-type: none"> - odliší živé soustavy od neživých na základě jejich charakteristických vlastností 	<ul style="list-style-type: none"> - obecné vlastnosti organismů (rozmanitost, organizovanost, rozmnožování, metabolismus, růst, diferenciace, látkové složení, schopnost vývoje, dráždivost, pohyb) 	<p>význační Evropané a jejich vliv na českou vědu</p> <ul style="list-style-type: none"> - D – významné osobnosti - Ch – chemické složení živých organismů
-	<ul style="list-style-type: none"> - popíše stavbu nukleových kyselin - uvede rozdíly ve stavbě a funkci DNA a RNA - uvede typy RNA a jejich význam - vysvětlí princip replikace, transkripce a translace - objasní stavbu a funkci chromozómu a ribozómu 	<p>Dědičná informace</p> <ul style="list-style-type: none"> - nukleové kyseliny (stavba a funkce, párování dusíkatých bází, DNA, RNA) - replikace, transkripce, translace a syntéza bílkovin - chromozomy, ribozomy 	Ch – nukleové kyseliny
<ul style="list-style-type: none"> - charakterizuje viry jako nebuněčné soustavy - zhodnotí způsoby ochrany proti virovým onemocněním a metody jejich léčby - zhodnotí pozitivní a negativní význam virů 	<ul style="list-style-type: none"> - popíše stavbu viru - popíše životní cyklus viru - uvede příklady virových onemocnění, jejich původců a možnosti léčby či prevence - uvede příklady různých typů virů (DNA, RNA...) 	<p>Biologie virů</p> <ul style="list-style-type: none"> - struktura a životní cykly virů - rozdělení (bakteriální, rostlinné, živočišné; DNA, RNA) - vztah k hostitelské buňce, virová onemocnění 	
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> - charakterizuje bakterie z ekologického, zdravotnického a hospodářského hlediska - zhodnotí způsoby ochrany proti bakteriálním onemocněním a metody jejich léčby - objasní stavbu a funkci strukturních složek a životní projevy prokaryotních buněk 	<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> - popíše stavbu prokaryotní buňky - objasní stavbu a funkci jednotlivých částí prokaryotní buňky - uvede příklady pozitivního a negativního významu bakterií - uvede možnosti ochrany před bakteriemi - uvede příklady bakteriálních 	<p>Prokaryotní organismy</p> <ul style="list-style-type: none"> - obecná charakteristika - stavba prokaryotní buňky (bakteriální chromozom a jeho funkce, plazmatická membrána, cytoplazma, buněčná stěna) - rozmnožování prokaryotních buněk - bakterie (způsob života, význam 	

Převzato dne 11.4.2012 z: <http://www.gymcak.cz/skolni-vzdelavaci-program/>

Obrázek 7: Gymnázium Čakovice, 6. ročník šestiletého studia, Biologie

ročník: 6.	předmět: Biologie		
Výstupy RVP	Školní výstupy	Učivo	Poznámky (PT, možné formy, mezipředmětové vztahy)
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> - porovná významné hypotézy o vzniku a evoluci živých soustav na Zemi - odvodí hierarchii recentních organismů ze znalosti o jejich evoluci 	<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vyjmenuje geologické éry a jejich charakteristiku (rozmístění kontinentů, fauna a flóra) - vysvětlí základní myšlenky teorii o vzniku a vývoji života na Zemi na základě stromu života rozhodne o příbuznosti jednotlivých taxonů 	<p>Evoluce</p> <ul style="list-style-type: none"> - vývoj Země - geologická historie Země – geologická období vývoje Země; změny polohy kontinentů; - evoluce bioty a prostředí - teorie o vzniku a vývoji života na Zemi: kreacionismus, panspermie, naivní abiogeneze, evoluční abiogeneze, endosymbióza, koevoluce, sobecký gen... - mechanismy evoluce, strom života 	Z – geologické éry
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> - charakterizuje viry jako nebuněčné soustavy - zhodnotí způsoby ochrany proti virovým onemocněním a metody jejich léčby - zhodnotí pozitivní a negativní význam virů - charakterizuje bakterie z ekologického, zdravotnického a hospodářského hlediska - zhodnotí způsoby ochrany proti bakteriálním onemocněním a 	<ul style="list-style-type: none"> - porovná fungování jednobuněčného a mnohobuněčného organismu - podle schématu popíše průběh nejdůležitějších metabolických drah v buňce - vysvětlí význam nukleových kyselin pro přenos dědičné informace - popíše stavbu DNA a RNA - vysvětlí průběh proteosyntézy - popíše stavbu viru - popíše životní cyklus viru - uvede příklady virových onemocnění, jejich původců a 	<p>Buněčná biologie, základní děje na buněčné úrovni</p> <ul style="list-style-type: none"> - buňka, jednobuněčný a mnohobuněčný organismus - provozní děje v buňce, metabolismus a bioenergetika: glykolýza, Krebsův cyklus, dýchací řetězec, fotosyntéza (světelná a temnostní fáze), Calvinův cyklus - růst a rozmnožování buněk: stavba NK, replikace DNA, syntéza nukleových kyselin, syntéza proteinů, transkripce, 	Ch – biochemické děje v buňkách a v živých organismech; význam vody, fotosyntéza, dýchání

převzato dne 11.4.2012 z: <http://www.gymcak.cz/skolni-vzdelavaci-program>

Obrázek 8: Gymnázium Čakovice, 6. ročník šestiletého studia, Biologie

ročník: 6.	předmět: Biologie		
Výstupy RVP	Školní výstupy	Učivo	Poznámky (PT, možné formy, mezipředmětové vztahy)
<p>metody jejich léčby</p> <ul style="list-style-type: none"> - objasní stavbu a funkci strukturních složek a životní projevy prokaryotních buněk - objasní stavbu a funkci strukturních složek a životní projevy eukaryotních buněk - vysvětlí význam diferenciaci a specializace buněk pro mnohobuněčné organismy - 	<p>možnosti léčby či prevence</p> <ul style="list-style-type: none"> - uvede příklady různých typů virů (DNA, RNA...) - popíše stavbu prokaryotní buňky - objasní stavbu a funkci jednotlivých částí prokaryotní buňky - uvede příklady pozitivního a negativního významu bakterií - uvede možnosti ochrany před bakteriemi - uvede příklady bakteriálních onemocnění jednotlivých soustav člověka, možnosti léčby a prevence - objasní význam bakterií v přírodě - uvede rozdíly mezi bakteriemi a sinicemi - uvede příklady sinic a jejich význam v přírodě - uvede rozdíly mezi archebakteriemi a eubakteriemi - uvede příklady archebakterií a jejich výskyt v přírodě - popíše stavbu eukaryotní buňky - uvede rozdíly ve stavbě prokaryotní a eukaryotní buňky - objasní stavbu a funkci jednotlivých částí eukaryotní buňky - popíše příjem a výdej látek buňkou 	<p>translace, význam RNA a ribozómů</p> <ul style="list-style-type: none"> - viry, molekulární biologie virů - prokaryotní organismy, stáří, stavba, funkce - eukaryotní buňky, struktura jádra, organely, funkce cytoskeletu, buňky rostlin, hub a živočichů - evoluční význam eukaryotní organizace, rozmanitost, vztah jednobuněčných k mnohobuněčným 	

ročník: 6.	předmět: Biologie		
Výstupy RVP	Školní výstupy	Učivo	Poznámky (PT, možné formy, mezipředmětové vztahy)
	<p>(cytóza, typy transportu)</p> <ul style="list-style-type: none"> - uvede rozdíly ve stavbě rostlinné, živočišné a houbové buňky - objasní evoluční výhody eukaryotní organizace buňky 		
<p><i>Žák:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - využívá znalosti o genetických zákonitostech pro pochopení rozmanitosti organismů - analyzuje možnosti využití znalostí z oblasti genetiky v běžném životě 	<ul style="list-style-type: none"> - popíše průběh jaderného dělení (jednotlivé fáze) - uvede rozdíly mezi mitózou a miózou - orientuje se v základních genetických pojmech (gen, alela, genotyp, genotyp, homozygot...) - vyjmenuje Mendlovy zákony a využije je pro řešení příkladů - vysvětlí typy určení pohlaví a znaky nesené na pohlavních chromozómech, řeší příklady - vysvětlí co je vazba genů, vazebná skupina - vysvětlí zákony genetiky populací, řeší příklady - vysvětlí principy vzniku mutací, uvede mutagenní činitele, objasní mutaci a její důsledek na molekulární úrovni - objasní metody studia lidské genetiky a uvede genetické choroby člověka, čte rodokmen - uvede konkrétní příklady využití genetiky v praxi 	<p>Genetika</p> <ul style="list-style-type: none"> - buněčné a molekulární základy: stavba a funkce nukleových kyselin, mejoza, oplození, gamety, gametogeneze, zygota - dědičnost a proměnlivost: dědičnost, genetické zákony, vazba genů, pohlavní chromozómy, choroby přenášené na pohlavních chromozómech, mimojaderná dědičnost - - genetika populací: Hardyho–Weinbergův zákon - molekulární genetiky: genetický kód, mutace - - genetika člověka: geneticky podmíněné choroby, prenatální diagnostika, kriminalistické metody... - využití genetiky (šlechtitelství, genové terapie, inženýrství...) 	

Převzato 11.4.2012 z : <http://www.gymcak.cz/skolni-vzdelavaci-program/>

Ukázka 2: Gymnázium Jana Palacha

Obrázek 9: Gymnázium Jana Palacha, 3. ročník, čtyřleté studium, Chemie

3. ročník (chemie)		
Základy organické chemie		
Žák zhodnotí vlastnosti atomu uhlíku významné pro organické sloučeniny, dokáže klasifikovat organické sloučeniny, vysvětlí typy reakcí v organické chemii včetně funkce šířidel, odvozuje vzorce a názvy organických sloučenin.	Organická chemie - chemie sloučenin uhlíku složení organických sloučenin třídění organických sloučenin izomerie - typy reakcí, činidla typy názvosloví systematické názvosloví organických sloučenin	VMEGS - GLOBALIZAČNÍ A ROZVOJOVÉ PROCESY Jednotné používání mezinárodního chemického názvosloví - VMEGS.
Žák rozřídí uhlovodíky do základních skupin, aplikuje pravidla systematického názvosloví včetně využití triviálních názvů pro popis sloučenin, uvádí konkrétní příklady chemických reakcí se zaměřením na využití v praxi a zhodnotí vliv na životní prostředí.	Uhlovodíky a jejich klasifikace - alkyly a cykloalkany - alkyly a alkaneny - alkyly - areny	UR
Žák rozřídí deriváty uhlovlků do základních skupin, aplikuje pravidla systematického názvosloví včetně využití triviálních názvů pro popis sloučenin, uvádí konkrétní příklady chemických reakcí se zaměřením na využití v praxi a zhodnotí vliv na životní prostředí.	Deriváty uhlovlků a jejich klasifikace - halogenderiváty - dusíkaté deriváty - kyslíkaté deriváty - sítě deriváty uhlovlků - organické sloučeniny P, Si, organokovové sloučeniny - heterocyklické sloučeniny	UR
Žák vyhodnotí význam chemického průmyslu, dokáže zodpovědět jednoduché otázky a řešit úkoly týkající se problematiky významných chemických výrobků.	Chemie kolem nás - chemický průmysl - syntetické makromolekulární látky - léčiva - pesticidy - barviva - detergenty	UR VZ • Zdravý životní styl, zdravá výživa • Civilizační choroby • Možné události • Únik nebezpečných látek do ŽP
Základy biochemie		
Žák vysvětlí, čím se biochemie zabývá, diskutuje o praktickém významu biochemie a samozřejmě je prokázání znalostí o stavbě buňky a jejich organelách jako nezbytném předpokladu pro porozumění biochemii.	Biochemie jako vědní obor	Bi • Prokaryotická a Eukaryotická buňka (1.r.)
Žák definuje jednotlivé skupiny biomakromolekulárních látek, stručně popíše složení a chemické reakce, a to se zaměřením na fungování buňky na jedné straně a celých organismů včetně člověka na druhé straně.	Biomakromolekulární látky - lipidy sacharidy - proteiny nukleové kyseliny heterocyklické sloučeniny, terpeny,	Bi • Prokaryotická a Eukaryotická buňka (1.r.) VZ • Zdravý životní styl, zdravá výživa
dokáže aplikovat získané znalosti v oblasti péče o zdraví, diskutuje problematiku i v širších souvislostech (např. GMO).	steroidy, alkaloidy	• Návykové látky
Žák objasní význam některých sloučenin pro intermedie metabolismu, dokáže popsat základní metabolické procesy a jejich význam. Vysvětlí, jak je možné pozitivně změnit životní styl ke svému prospěchu a prospěchu ostatních.	Biochemické děje - enzymy, vitamíny, hormony a jejich funkce - cyklus kyseliny citronové	Bi • Prokaryotická a Eukaryotická buňka (1.r.) • Trávicí soustava a metabolismus (3.r.) VZ • Zdravý životní styl, zdravá výživa

Převzato 11.4.2012 z: <http://www.gjp1.cz/stahuj/oppa/svp.pdf>

Obrázek 10: Gymnázium Jana Palacha , 1. ročník, čtyřleté studium, Biologie

VÝSTUPY	UČIVO	PRŮŘEZOVÁ TÉMATA A MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY
1. ročník (biologie)		
Evoluce		
-vysvětlí základní teorie popisující vznik a vývoj živých soustav -charakterizuje jednotlivá geologická období z hlediska výskytu a vývoje různých organismů -vyjmenuje nejvýznamnější paleontologické nálezy -vysvětlí vznik a význam Darwinovy evoluční teorie a porovná ji s jinými přístupy k rozdělení živých organismů	Vznik a vývoj živých soustav, evoluce - základní charakteristiky jednotlivých geologických období z hlediska evoluce organismů - význam paleontologických nálezů	Z ● Země jako geologické těleso (1.r.) Geo
Molekulární a buněčná biologie		
-nakreslí, popíše a vysvětlí stavbu prokaryotické a eukaryotické buňky -popíše stavbu a funkci jednotlivých typů organel i membránových soustav -porovná stavbu a funkci prokaryotické a eukaryotické buňky	Prokaryotická a Eukaryotická buňka -stavba a funkce buňky -základní děje probíhající v buňce -buňka rostlinná a živočišná, buňka hub, rozdíly mezi nimi	Ch ● Biomakromolekulární látky (3.r.) ● Biochemické děje (3.r.)

Převzato 11.4.2012 z: <http://www.gjp1.cz/stahuj/oppa/svp.pdf>

Obrázek 11: Gymnázium Jana Palacha, 3. ročník, čtyřleté studium, Biologie

3. ročník (biologie)

Genetika		
<p>-stručně popíše historii genetiky, hlavní vědce, jejich objevy a zhodnotí význam těchto objevů</p> <p>-objasní stavbu nukleových kyselin</p> <p>-charakterizuje RNA, její stavbu, význam, jednotlivé typy</p> <p>-charakterizuje DNA, její stavbu, význam a uvede rozdíly mezi prokaryotickou a eukaryotickou DNA</p> <p>-dokáže vysvětlit pojem gen a uvede význam pojmu alela, lokus alél</p> <p>-uvede jednotlivé typy genů</p> <p>-vysvětlí pojem genetický kód a objasní jeho principy</p> <p>-podrobně popíše mechanismus replikace, transkripce a translace</p>	Molekulární a buněčné základy dědičnosti	<p>Ch</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organická chemie - chemie sloučenin uhlíku (30.) • Biomakromolekulární látky (2 r)
<p>-objasní pojmy dědičnost a proměnlivost</p> <p>-charakterizuje chromozom a popíše jeho stavbu a význam</p> <p>-vlastními slovy vysvětlí pojem karyotyp, uvede rozdíly mezi autocévními a heterochromozomy</p> <p>-porovná jednotlivé typy dělení jádra i dělení buňky</p> <p>-v rámci alelové analýzy dokáže pracovat s pojmy gen, alela dominantní a recesivní, úplná dominance, neúplná dominance a kodominance, monohybrid a dihybrid, genotypový a fenotypový štěpný poměr, kvantitativní a kvalitativní znaky</p> <p>-rozdělí základní označení jako je generace P, generace F₁, F₂ atd.</p> <p>-vysvětlí Mendelovy zákony, jejich význam i využití a vyřeší základní genetické příklady</p> <p>-charakterizuje pohlavní chromozomy a uvede základní typy určení pohlaví</p> <p>-uvede základní abnormality v sestavě pohlavních chromozómů</p> <p>-rozdělí základní autozomální a heterochromozomální typy dědičnosti</p>	Dědičnost a proměnlivost	
<p>-uvede základní informace o lidském genomu a o jeho mapování</p> <p>-uvede základní onemocnění člověka související s genetickými změnami</p>	Genetika člověka	
<p>-vysvětlí pojem populace a rozliší autogamickou a panmiktickou populaci</p> <p>-uvede základní mechanismy narušující rovnováhu v populaci</p>	Genetika populací	

Prevzato 11.4.2012 z: <http://www.gjp1.cz/stahuj/oppa/svp.pdf>

Obrázek 12: Tabulka s tematickými okruhy, které byly použity v dotazníku v článku (vizte kap.5.2, Eileen Gregory et al., 2011)

Table 1. Topics ranked by the percentage of respondents (n = 310) who identified the topic as "Essential." Bold and shaded topics are those that were ranked within the top 25.

4-year rank	2-year rank	Combined rank	Topic	Essential (%)	Prior Knowledge (%)	Higher Level (%)	Not Essential (%)
1	1	1	Evolution (mechanisms, phylogeny)	89	5	5	1
2	5	2	DNA structure and replication	86	12	1	0
5	4	3	Membranes and transport	86	9	4	1
4	6	4	Protein synthesis	86	9	5	0
6	3	5	Respiration	86	10	3	0
3	7	6	Photosynthesis	85	10	4	0
9	2	7	Enzymes	78	13	8	0
7	9	8	Meiosis	78	21	1	0
10	8	9	Cell cycle	75	21	3	0
8	11	10	Mendelian genetics	75	21	4	0
11	12	11	Ecosystems and conservation	74	12	13	1
12	10	12	Speciation	73	7	19	1
13	14	13	Cell structure (prokaryotic and eukaryotic)	69	30	1	0
15	13	14	Genetic recombination and mutations	68	5	26	0
14	16	15	Populations and communities	67	13	18	2
16	15	16	Bioenergetics	64	7	26	3
17	18	17	Animal diversity	60	15	24	2
19	19	16	Plant diversity	58	12	28	2
18	22	19	Sexual reproduction of animals	57	24	18	1
22	17	20	Population genetics	55	6	36	3
23	20	21	Classification (methods)	53	20	22	5
20	26	22	Sexual reproduction of plants	53	23	24	0
21	21	23	Chemical structures (functional groups, bonding, water)	52	43	4	1
24	25	24	Cell communication (signaling and hormones)	49	5	45	2
26	24	25	Viruses	47	8	42	2
25	27	26	Nutrient cycles	46	26	24	4

Seznam použitých zdrojů:

literatura:

- Genetika, Eduard Kočárek, Scientia, Praha 2004
- Tajemství DNA, James D. Watson, Academia, Praha 1995
- Základy buněčné biologie, Bruce Alberts et al., Espero Publishing, Ústí n. Labem 1998
- Přírodopis 9 - Mineralogie, Geologie, Vývoj života; František Pauk a kol., SPN, Praha, 1965
- Přírodopis 7, Stanislav Haňka a kol., SPN, Praha, 1962
- Přírodopis 7, Jaroslav Fleischmann a kol., SPN, Praha, 1982
- Biologie, pokusná učebnice pro III. ročník gymnázií; Milan Stloukal a kol, SPN Praha, 1981
- Seminář a cvičení z biologie pro IV. roč. gymnázií; František Horník a kol., SPN, Praha, 1987
- Biologie pro zdravotnické školy, Štefan Hoja, Avicem, Praha, 1983
- Chemie 9, Marie pauková a spol., SPN, Praha, 1963
- Organická chemie pro II. a II. ročník středních všeobecně vzdělávacích škol; František Šorm, Jindřich Hellberg, SPN, Praha ,1967
- Organická chemie, příučný naučný slovník; Milton Orchin a kol., SNTL, Praha, 1986
- Poznááme organickou chemii; Josef Pacák; SNTL, Praha, 1989
- Nový přehled biologie, Stanislav Rosypal a kol.,Scientia, Praha 2003
- Přehled středoškolské chemie; Jiří Vacík a kol.; SPN, Praha, 1995
- Odmaturuj z biologie, Marika Benešová a kol, Didaktis, Brno 2003
- Odmaturuj z chemie, Marika Benešová, Hana Satrapová, Didaktis, Brno 2002

časopisy:

Eileen Gregory, Jane P. Ellis, Amanda N. Orenstein .A Proposal for a Common Minimal Topic Set in Introductory Biology Courses for Majors, American Biology Teacher ,Vol. 73, No. 1, pages 16–21

PaeDr. Miloslava Svobodová , citováno z Chem. Listy 100, 467 (2006)

R. J. M. Fernandez-Novell, E. Cid Gomis, A. Barbera` a J. J. Guinovart; A Biochemistry and Molecular Biology Course for Secondary School Teachers; MOLECULAR BIOLOGY EDUCATION *Printed in U.S.A.* Vol. 32, No. 6, pp. 378–380, 2004

internetové zdroje:

29.12.2011 <http://clanky.rvp.cz/clanek/s/G/6689/VZDELAVACI-OBLASTI-VZDELAVACI-OBSAH.html/> - publikováno 21.9.2009

15.1.2012 <http://www.novamaturita.cz/katalogy-pozadavku-1404033138.html>

5.4.2012 <http://www.study london.ac.uk/courses/subject/science/life-science/biochemistry>

5.4.2012 <http://www.study.cam.ac.uk/undergraduate/courses/>

5.4.2012 <http://www.coursesearch.unimelb.edu.au/>

8.4.2012 http://cs.wikipedia.org/wiki/D%C4%9Bjiny_objevu_a_v%C3%BDzkumu_DNA

8.4.2012 <http://www.genetika-biologie.cz/historie-genetiky>

20.4.2012 www.bmukk.gv.at

20.4.2012 http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_unterstufe.xml

20.4.2012 http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_oberstufe.xml

29.12.2011

<http://clanky.rvp.cz/search/Svatava%20Janoušková/?posts=4&ord=publish&dir=DESC>, publikováno 25.5.2006

15.1.2012 Marta Šibová : [http://clanky.rvp.cz/clanek/s/G/6689/VZDELAVACI-OBLASTI-VZDELAVACI-OBSAH.html /](http://clanky.rvp.cz/clanek/s/G/6689/VZDELAVACI-OBLASTI-VZDELAVACI-OBSAH.html/)

15.12.2011 www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf
(citován je první autor dokumentu J. Jeřábek a kol., 2007)

9.2.2012 www.education.gov.uk/publications/standard/publicationDetail/Page1/DFES-0303-2004

11.2.2012 www.acara.edu.au/curriculum/phase_1_-_the_australian_curriculum.html
www.acara.edu.au/verve/_resources/Australian_Curriculum_-_Science.pdf

19.4.2012 <http://cs.wikipedia.org/wiki/Rakousko-Uhersko>

Sekundární citace:

7.2.2012 *www.nicm.cz/britsky-vzdelavaci-system → původní zdroj:

http://schools.keldysh.ru/school1413/eng/egorova_ks/str1.html

Zdroje obrázků:

22.4.2012 obrázek 1:

www.nicm.cz/rakousky-vzdelavaci-system

5.3.2012 obrázek 2:

http://schools.keldysh.ru/school1413/eng/egorova_ks/str5.html

5.3.2012 obrázek 3:

<http://pertheducationcity.com.au/%C4%8Cesky/Studium-v-Perthu/Vzd%C4%9BI%C3%A1vac%C3%AD-programy/>

11.4.2012 obrázky 4-9 (švp):

<http://www.gymcak.cz/skolni-vzdelavaci-program/>

11.4.2012 obrázky 10-11 (švp):

<http://www.gjp1.cz/stahuj/oppa/svp.pdf>

19.3.2012 obrázek 12:

Eileen Gregory, Jane P. Ellis, Amanda N. Orenstein. A Proposal for a Common Minimal Topic Set in Introductory Biology Courses for Majors, American Biology Teacher, Vol. 73, No. 1, page 18