

UNIVERZITA KONŠTANTÍNA FILOZOFA V NITRE

FAKULTA PRÍRODNÝCH VIED

KATEDRA FYZIKY

INTEGRAČNÉ PRINCÍPY VO VYUČOVANÍ FYZIKY

BAKALÁRSKA PRÁCA

Marián KRAJČOVIČ

Nitra 2012

UNIVERZITA KONŠTANTÍNA FILOZOFA V NITRE

Fakulta prírodných vied

Katedra fyziky

INTEGRAČNÉ PRINCÍPY VO VYUČOVANÍ FYZIKY

Bakalárska práca

Študijný program:

Učiteľstvo akademických predmetov Anglický jazyk a literatúra - Fyzika

Konzultant: prof. RNDr. Lubomír Zelenický, CSc.

Oponent: RNDr. Daniela Horváthová, PhD.

Nitra 2012

Marián Krajčovič

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Marián Krajčovič
Študijný program: učiteľstvo anglického jazyka a literatúry a fyziky (Učiteľské štúdium, bakalársky I. st., denná forma)
Študijný odbor: 1.1.1 učiteľstvo akademických predmetov
Typ záverečnej práce: Bakalárska práca
Jazyk záverečnej práce: slovenský
Sekundárny jazyk: anglický

Názov: Integračné princípy vo vyučovaní fyziky

Anotácia:

Cieľom práce je analyzovať integračné princípy v zahraničných učebniciach fyziky, oboznámiť sa s aplikáciou integračných princípov v zahraničných výukových projektoch, analyzovať doterajšie snahy o integráciu poznatkov na Slovensku a na základe analýzy navrhnúť možné reálne spôsoby integrácie prírodovedných a fyzikálnych poznatkov vo výukových projektoch na Slovensku. Analytická štúdia by mala byť informačne vhodná pre potenciálnych tvorcov učebníc a učebných príručiek.

Školiteľ: prof. RNDr. Ľubomír Zelenický, CSc.
Oponent: RNDr. Daniela Horváthová, PhD.
Katedra: KF - Katedra fyziky
Vedúci katedry: RNDr. Aba Teleki, PhD.

Spôsob sprístupnenia elektronickej verzie práce:
bez obmedzenia

Dátum zadania: 15.10.2010

Dátum schválenia: 05.11.2010



RNDr. Aba Teleki, PhD.
vedúci/a katedry

ABSTRAKT

Krajčovič, Marián: Integračné princípy vo vyučovaní fyziky /bakalárska práca/

Marián Krajčovič. – Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre. Fakulta prírodných vied; Katedra fyziky. – Konzultant bakalárskej práce: prof. RNDr. Ľubomír Zelenický, CSc. – Stupeň odbornej kvalifikácie: Bc. – Nitra: UKF, Fakulta prírodných vied, 2012.

Témou bakalárskej práce sú možnosti využitia rôznych integračných princíпов vo vyučovaní fyziky v zahraničí a na Slovensku. Práca neponíma len o problematike teoretických princíпов, ale autor analyzuje možnosti integrácie poznatkov na viacerých úrovniach na našom území. Práca je rozdelená na úvodnú teoretickú časť, druhú časť venujúcu sa výskumu a analýze a záverečnú kapitolu integrovaného textu. Autor najskôr vymedzuje pojem integrácie z hľadiska pedagogiky, ďalej hľadá možné riešenia v problematike spolupráce prírodných vied na základe zahraničných modelov, systémov, učebných plánov a osnov. Praktická časť sa orientuje hlavne na metodickú stránku a možné využitie existujúcich integračných princíпов zavedených do praxe analýzou zahraničných metodík a metodických príručiek pre pedagógov. V závere autor predostiera možný pohľad na konkrétnu tému spracovanú ako integrovaný text.

Kľúčové slová: integrácia, integračné princípy, typy integrácie, formy integrácie, medzipredmetové vzťahy, učebný plán, učebná osnova, školský systém, koordinácia, komasácia, konsolidácia, koncentrácia, metodika vyučovacích hodín

ABSTRACT

Krajčovič, Marián: Integration Principles in Physics Teaching /bachelor thesis/

Marián Krajčovič. – Constantine the Philosopher University in Nitra. Faculty of Natural Sciences. Department of Physics. – Tutor: prof. RNDr. Ľubomír Zelenický, CSc. – Degree: Bc. – Nitra: UKF, Faculty of Natural Sciences, 2012.

The aim of the bachelor thesis is to analyze possible uses of different integration principles in teaching of Physics abroad and in Slovakia. The thesis does not work only with theoretical principles, but the author analyzes if and how it is possible to integrate knowledge on multiple levels in our country. The thesis is divided into several parts – first part is theoretical, second part is connected with analysis and research and the third part includes integrated text. The author talks about integration from a pedagogical point of view, and then he looks for possible solutions concerning coordination of natural sciences based on foreign models, systems and teaching structures. The analysis includes mostly methodical points of view and possible implementation of existing integration principles that could be brought into teaching. The author does this through analyzing different methodical materials, especially foreign ones. In the end the author offers his point of view on a particular topic by creating an integrated text.

Key words: integration, integration principles, types of integration, forms of integration, relations between subjects, curriculum, syllabus, school system, coordination, comasation, consolidation, concentration, methodology of lessons

Čestné vyhlásenie:

Čestne vyhlasujem, že som túto bakalársku prácu vypracoval samostatne pod odborným vedením konzultanta bakalárskej práce. Citovanú literatúru uvádzam na každej strane a tiež v zozname použitej literatúry a prameňov na konci bakalárskej práce.

V Nitre, 18. apríl 2012

.....

Pod'akovanie:

Ďakujem konzultantovi bakalárskej práce prof. RNDr. Lubomírovi Zelenickému za ochotu, cenné rady a venovaný čas počas konzultačných stretnutí, ktorými ma usmerňoval pri tvorbe mojej bakalárskej práce.

Zároveň ďakujem spolupracovníkom a spolužiakom z katedry fyziky, anglického jazyka, biológie a chémie, ktorí mi viackrát poskytli pomoc pri riešení medzipredmetových problémov, čo mi ponúklo oveľa komplexnejší pohľad na vzťahy medzi predmetmi tu i v zahraničí.

OBSAH

OBSAH.....	8
Úvod	9
1 Pojem integrácia	11
1.1 Integrácia ako pedagogický problém	11
1.2 Vymedzenie pojmu integrácia.....	12
1.3 Typy integrácie.....	14
1.4 Formy integrácie	16
1.5 Integrácia ako komplexný pojem	19
2 Analýza prvkov integrácie vo vybraných štátoch Európskej Únie	20
2.1 Analýza typov integrácie vo vybraných krajinách Európskej Únie.....	21
2.1.1 Analýza integrácie v rámci predmetu	21
2.1.2 Analýza integrácie spojených predmetov	24
2.1.3 Analýza spojených predmetov v integrovaný vzdelávací predmet	29
2.2 Analýza foriem integrácie vo vybraných krajinách Európskej Únie	33
2.2.1 Analýza princípu konsolidácie.....	33
2.2.2 Analýza princípu komasácie	34
2.2.3 Analýza princípu koncentrácie	35
2.2.4 Analýza princípu koordinácie	37
3 Energia	40
3.1 Energia okolo nás	41
3.1.1 Práca.....	42
3.1.2 Kinetická energia	42
3.1.3 Vzťah práce a kinetickej energie	43
3.1.4 Potenciálna energia	44
3.1.5 Zákon zachovania mechanickej energie	47
3.1.6 Vnútorná energia.....	48
3.1.7 Zákon zachovania energie	49
3.1.8 Energetický metabolizmus.....	50
3.1.9 Fotochemické reakcie	51
3.1.10 Hmotnosť a energia.....	53
3.1.11 Zákon zachovania energie v relativistickej fyzike.....	54
Záver	56
Zoznam použitej literatúry.....	58

Úvod

Výberom témy „Integračné princípy vo vyučovaní fyziky“ a jej spracovaním vo forme bakalárskej práce sa nám ponúkla príležitosť bližšie preštudovať, preskúmať a pochopiť teóriu i prax procesu integrácie v rôznych formách a obmenách a premietnuť naše zistenia na praktické uchopenie tejto problematiky na Slovensku.

Téma integrácie, na Slovensku nie veľmi rozšírená, nám ponúkla nahliadnuť na veľký potenciál, ktorý sa skrýva vo veľkom množstve možností spájajúcich sa s touto tematikou i na veľké rezervy v tvorivosti a kreatívnosti, ktoré často pedagógom zabraňujú uchopiť vyučovací proces zaujímavejšie, urobiť ho tak atraktívnejším pre žiaka a tak ho pozitívne nasmerovať do budúcnosti.

Myslíme si, že integrácia je cestou, i keď možno alternatívnou, ale realistickou, ktorá by pomohla obnoviť nielen stratenú vieru v schopnosti pedagóga, ale hlavne zaujať väčšie množstvo študentov prírodnými vedami a chápať svet a prírodu jednotne a neroztrieštene. Z viacerých krajín vieme, že je to možné a že práve integráciou a koordináciou prírodných vied sa dá dosiahnuť oveľa viac.

Počas prípravy a samotného písania bakalárskej práce sme študovali pohľad slovenských a českých autorov na integráciu, ktorí túto tematiku rozvíjajú rôznymi projektmi, pričom však zlyhávajú pri samotnej realizácii. Každé začiatky sú však ťažké. Analýzou zahraničných systémov, plánov, osnov i metodík sme sa ponorili do veľmi pútavého výskumu, v ktorom sme objavili nespočetné množstvo potenciálu a námetov na diskusiu o tejto problematike. Uvedené príklady z viacerých vybraných štátov popisujú konkrétne časti a témy, pri ktorých k integrácii dochádza, avšak na samotné obsiahnutie možností a alternatív je potrebné venovať sa skúmaniu a čítaniu metodických publikácií dlhšie, podrobnejšie a dôkladnejšie.

V závere bolo našou snahou vytvoriť príklad integrovaného textu, ktorý je síce subjektívny, ponúka však možný pohľad na danú tematiku. Našou snahou nebolo predviesť integráciu v dokonalosti, pretože to sa dodnes nepodarilo ani v štátoch využívajúcich tento proces oveľa dlhšie. Chceme poukázať, koľko možností je spojených s integračným procesom a uviesť jednu možnú alternatívu.

Rozsahom a obsahom naznačujeme a potvrdzujeme, že našim hlavným cieľom je uvedenie do problematiky integrácie, analýza a základné príklady využitia a ukážka spektra

alternatív pre budúcich tvorcov učebníc a metodikov. Jej cieľom je poukázať na iné možné cesty, ktorými sa spolupráca medzi prírodovednými predmetmi môže na našich školách uberať.

1 Pojem integrácia

Súčasný školský systém naprieč Európou, vrátane toho slovenského, prechádzajú množstvom zmien. Nie sú to však len zmeny v školstve, ale aj zmeny na spoločenskej či ekonomickej úrovni. Hľadajú sa nové spôsoby, ako optimalizovať prístupy vo všetkých oblastiach života. Školstvo, či už naše, alebo v rámci celej Európskej Únie prechádza krízou. Trpí nedostatkom financií, nedostatkom kvalifikovaných učiteľov a hlavne trpí nedostatkom záujmu zo strany študentov. Najviac týmto poklesom záujmu utrpeli prírodné vedy, ktoré akoby nevedeli nájsť svoje miesto medzi obľúbenými a zaujímavými predmetmi.

Jedným z možných riešení, ktoré vyskúšali už viaceré krajiny, je integrácia. Na to, aby sme pochopili, v čom integrácia spočíva a ako je ju možné aplikovať, musíme najskôr tento pojem vymedziť a definovať.

1.1 Integrácia ako pedagogický problém

V rámci výchovno-vzdelávacieho procesu vplýva na žiaka viacerých faktorov. Medzi ne patrí osobnostná stránka učiteľa, jeho profesionálne znalosti i samotná metodická stránka. Mnohokrát sa stáva, že žiaci majú strach z daného predmetu práve preto, že ak nastane problém, ktorý učiteľ nie je schopný primerane a zrozumiteľne vyriešiť, obavy z danej problematikej témy sú generalizované a viažu sa na celý predmet, učiteľa či dokonca na celé vyučovanie.

Je známe, že žiaci berú predmety ako tie, ktorých sa treba báť a tie, ktorých sa netreba báť. Preto je dôležité, aké stratégie volí učiteľ, aby mohol rozvíjať kľúčové znalosti i kompetencie žiakov nielen prostredníctvom daného predmetu, ale aby bol predmet zmysluplný pre poznávanie nových vecí a ich spojenie so svetom a predovšetkým, aby umožnil žiakovi spájať vedomosti zo všetkých predmetov, i z tých menej obľúbených.

Pri problematike integrácie tak nemôžeme hovoriť len o spájaní obsahu učiva, ale do úvahy musíme brať i pohľad psychológie či didaktiky a vplyv školského i mimoškolského prostredia. Petlák hovorí, že do oblasti výchovno-vzdelávacieho procesu patrí „oblasť vzdelávania – vedomosti, spôsobilosti, formatívnosť, samostatnosť, rozvoj schopností, tvorivosť; oblasť výchovy – citová oblasť, sebvýchova, hodnotová orientácia, sebahodnotenie, socializácia, empatia, sociálno-komunikatívne zručnosti; oblasť psychomotorická – pohybové zručnosti, práca s nástrojmi¹ (Petlák, 2007). Už z množstva na žiaka vplyvajúcich podnetov je možno vidieť, aké je dôležité, aby boli predmety prepojené

¹ Petlák, E. *Pedagogicko-didaktická práca učiteľa*. Bratislava: PhDr. Milan Štefanko-IRIS, 2007

medzi sebou a hlavne, aby úlohy a príklady s nimi spojené pochádzali zo života a žiakov zaujali. I preto sa v priebehu skúmania pojmu integrácia i pri analýze často stretáme nielen zo spájaním obsahu učiva alebo učív predmetov – obsahovou integráciou, ale takisto i s hľadaním vzťahov medzi intelektuálnymi či sociálnymi schopnosťami a zručnosťami žiaka – pedagogická a didaktická integrácia. Musíme teda hľadať taký model vyučovania, ktorý spája všetky typy integrácií, obsah učiva a metódy vyučovania.

1.2 Vymedzenie pojmu integrácia

Existuje viacero definícií integrácie a s mnohými z nich sa stretáme i počas analýzy už uskutočnených integračných projektov. Je dôležité povedať, že integrácia je komplexný pojem, a preto sa ani pedagógovia úplne nezhodujú v jej terminologickom zakotvení. Nejde totiž len o integráciu súvisiacu s medzipredmetovými vzťahmi, ale takisto môžeme hovoriť o tomto pojme aj v rámci jedného predmetu. Aj preto je nutné, aby sme našli definíciu, ktorá bude tento pojem vymedzovať a zovšeobecňovať čo najviac, a následne ho možno rozdeľovať.

Skalkovej zovšeobecnené vyjadrenie je pre naše potreby najpresnejšie. **Integrácia znamená spôsob vytvárania obsahu vzdelávania a organizácie procesu vyučovania na základe jednej osi, určitej centrálnej idey**² (Skalková, 1999). Integrácia teda nie je len spájanie predmetov či tém, ale zasahuje aj do vyučovacieho procesu a jeho organizácie a podieľa sa na vytváraní celého obsahu vzdelávania, vrátane učebných osnov, plánov a cieľov. Preto musíme myslieť, kam až tento proces zasahuje – do schopností, zručností a znalostí, ktoré by žiak mal obsiahnuť v danom veku, tak aby boli ciele jemu stanovené primerané a aby spolu s obsahom tvorili jeden komplexný celok, ktorý má premyslený systém a dáva žiakovi i z didaktického hľadiska možnosť rozvíjať sa a spájať fakty nielen so životom a praxou, ale pochopiteľne i na základe medzipredmetových vzťahov, a to nie nutne iba tých integrovaných. Znamená to teda, že žiak by mal byť schopný vytvárať logické i vedomostné spojenie medzi predmetmi, ktoré sú integrované a ich obsah je vytvorený so snahou o hľadanie prienikov s inými predmetmi, a takisto hľadať spojenia i s predmetmi, ktoré nie sú integrované alebo nie sú vôbec z rovnakej roviny.

Ako príklad si môžeme predstaviť úlohu z anglického jazyka, ktorú majú žiaci prečítať a pracovať s ňou, pričom jej obsah sa týka fyziky. Žiak rozvíja nielen svoje zručnosti v rámci anglického jazyka, ale podvedome rozvíja svoje znalosti z fyziky a nachádza vzťahy medzi

² Skalková, J. *Obecná didaktika*. Praha: ISV, 1999

týmito dvoma predmetmi. Ak by bola do tejto úlohy zakomponovaná aj situácia z každodenného života, zvýšilo by to záujem o vyriešenie tejto úlohy a prispelo k rozvíjaniu intelektuálnych zručností.

Dvořáková vníma integráciu viac ako prepájanie poznatkov a nie ako prepájanie samotných predmetov. **Integrácia je zámerné vytváranie vzájomných vzťahov medzi jednotlivými osvojovanými poznatkami a vedomé vytváranie medzipredmetových vzťahov, pri riešení problémov využívanie poznatkov z rôznych učebných predmetov a z vlastnej skúsenosti, vytváranie myšlienkových štruktúr v rámci vzdelávania ako celku**³(Dvořáková, 2000). S touto definíciou je spätých hneď niekoľko dôležitých vecí. Tak ako je výchovno-vzdelávací proces riadený a zámerný, aj integračný proces je pochopiteľne zámerný. Treba zdôrazniť hlavne dôležitosť tvorenia učebných plánov a osnov a jasné definovanie cieľov, pretože na to, aby bolo možné vytvárať vzájomné vzťahy medzi predmetmi nie je potrebné len pospájať vedomosti z rôznych predmetov v danom ročníku, ale i medzi ročníkmi. Je potrebné nadväzovať na už nadobudnuté vedomosti, následne si pri osvojovaní nových poznatkov hľadať spôsoby, ako ich spájať so vedomosťami nadobudnutými v iných predmetoch a všetky tieto informácie spracovať do použiteľnej podoby a praxe.

V našej práci sa pri analýze už fungujúcich projektov v rámci Európskej nie sa budeme často stretať hlavne s problémom nekompetentnosti pedagóga a jeho neschopnosti nadviazať na znalosti z iných predmetov, ktorým sa vo svojom štúdiu nevenoval a nemá o ne záujem. Ako jednoduchý príklad môže slúžiť pedagóg, ktorý vyučuje fyziku v kombinácii so spoločenskovedným predmetom. Ťažko očakávať, že bude bez problémov zvládať nadväzovať na témy z chémie či biológie, ak nemá aspoň základne vedomosti z týchto oblastí. Práve preto si musíme uvedomiť, že výchovno-vzdelávací proces je celok a nemožno vnímať predmety ako samostatné bunky, ktoré spolu nemajú nič spoločné.. Viditeľná však musí byť aj práca žiaka, ktorý musí mať, ako bolo spomínané už v úvode, o predmet záujem a teda musí mať záujem i o predstretú úlohu. Tu vstupuje do popredia dôležitosť primeranosti a vhodnosti zadaných úloh pre daný vek, ktoré musia čerpať zo situácií každodenného života, nielen zo školských aktivít, ale i mimoškolských. Ak by však bola úloha neprimeraná úrovni z hociktorého z predmetov, ktorých sa týka, žiaka by to odradilo, čo by sa mohlo prejaviť apatiou k danému predmetu.

³ Dvořáková, M. *Pedagogicko psychologická diagnostika I.* České Budějovice : JU, 2000.

Na to, aby sme správne pochopili integračný proces a našli jeho základné princípy, musíme sa bližšie pozrieť na druhy, formy a typy integrácie, procesy, ktoré zahŕňa, čím sa priblížime k nájdeniu kľúča potrebného pre aplikovanie integrácie.

1.3 Typy integrácie

Ešte predtým, než sa pozrieme na rôznorodosť vnímania integrácie, musíme si ujasniť niekoľko pojmov, s ktorými sa budeme pomerne často stretávať. I keď integrácia nemusí byť striktné medzipredmetová a existujú formy, ktoré hovoria o tomto procese len v rámci samostatného predmetu, je dôležité vysvetliť, čo sa týmito vzťahmi myslí. **Medzipredmetové vzťahy vyjadrujú akýkoľvek druh vzájomného viac či menej intenzívneho zblíženia dvoch alebo viacerých objektov (alebo ich vlastností)**⁴(Spousta, 1997). Z hľadiska pedagogiky ide o súvislosti a vzťahy medzi javmi, dejmi, pojmami a situáciami a ich vloženie do iných vyučovacích predmetov s cieľom vytvoriť myšlienkovú štruktúru, kde sa tieto spomínané veci spájajú do celku. I z tejto definície možno vidieť, že integrácia neznamená priamo rušiť predmety, čo je dôkazom množstva variant integrácie, s ktorými sa stretneme.

Keď chceme hovoriť o predmete ako o integrovanom, nemôžeme hovoriť len o úrovni medzipredmetovej, ale i predmetovej, a to v tom zmysle, že zlučujeme znalosti okolo centrálnych ideí a myšlienok. Průcha nám ponúka definíciu. Integrovaný vzdelávací predmet je taký obsahový element kurikula, ktorý zlučuje niekoľko tradične izolovaných predmetov alebo tém obsahu vzdelávania⁵(Průcha, 2002). Autor hovorí o minimálne dvoch typoch integrácie.

Ako neskôr uvidíme pri analýze, v krajinách, ktoré sme sledovali, sa stretneme spolu s tromi typmi integrácie, pričom na každú z nich sa teraz pozrieme.

Prvým typom integrácie je integrácia v rámci predmetu, kde je jeho obsah je usporiadaný podľa istých centrálnych myšlienok, ideí a pojmov. Pri spätnom pohľade na Skalkovej definíciu, možno povedať, že sa jedná napríklad o projektové vyučovanie, kde je učivo zoskupené podľa istej témy alebo problému. Takisto sem možno z už uskutočnených projektov vložiť rôzne organizačné formy, ktoré nahrádzajú systém vyučovacích hodín. Najjednoduchšie je vysvetliť si takýto typ integrácie opisom modelovej situácie. Ak si zoberieme dnešné usporiadanie predmetu fyzika, je usporiadaný podľa kategórií, o ktorých poníma, a teda je to mechanika, molekulová fyzika, kmity, vlny, optika, fyzika mikrosвета

⁴ Spousta, V. *Integrace základních druhů umění ve výchově*. Brno : Masarykova univerzita, 1997.

⁵ Průcha, J. *Moderní pedagogika*. Praha : Portál, 2002, s.264.

atď. Ak by sme chceli využiť tento typ integrácie, museli by sme si zhromaždiť základné pojmy, napríklad energia, sila, pohyb, žiarenie a iné a okolo nich vytvoriť systém, pričom by sme spájali, a teda integrovali znalosti z rôznych oblastí fyziky. Je otázne, nakoľko by mohol byť takýto systém úspešný, a istotne by bolo náročné nastaviť takýto systém tak, aby na to nedoplatili žiaci či už nedostatkom rozvíjania intelektuálnych znalostí, ale i nesplnením základných cieľov vyučovacieho predmetu, čo je práve pri fyzike vzhľadom na neustály posun počtu hodín smerom nadol pomerne aktuálna téma. Takýto systém sa v rámci Európskej Únie neuplatnil na celé školstvo nikde, ale ako spôsob vyučovania, ako už spomínané projektové vyučovanie, hľadá svoje miesto i u nás či v susednej Českej republike.

Druhým typom integrácie je integrácia dvoch či troch predmetov bez premiešavania znalostí. Aby sme správne pochopili, ide o spojenie vyučovacích predmetov bez toho, aby bol ich obsah integrovaný navzájom, čo znamená, že žiaci sa učia predmety akoby samostatne, ale hľadajú styčné body medzi nadobudnutými znalosťami. Ide o stredný stupeň integrácie, ktorý je pomerne rozšírený aj v Európskej Únii. Najčastejším príkladom je spojenie fyziky a chémie prípadne i s biológiou. Tento systém sa využíva hlavne na nižších stupňoch ako akýsi úvod k plne integrovaným predmetom. Je možné ho vidieť napríklad v Belgicku, či už vo flámskom systéme i vo francúzskych a nemeckých školách sídliačich v Belgicku, v Dánsku, Fínsku, čiastočne v Írsku, Litve a Portugalsku. Pochopiteľne na väčšine základných škôl v celej Európskej Únii sa vyučuje i prírodoveda, ktorej obsah vzdelávania je integrovaný práve takýmto spôsobom, a teda ako spojenie obsahov, no bez hlbšieho prieniku⁶(EACEA, 2011).

Tretím typom integrácie je integrácia predmetov a ich obsahov, pričom sa nielen hľadajú spojenia medzi týmito predmetmi, ale ich vzájomný prienik je na vysokej úrovni. Integruje aj v rámci predmetu i medzi predmetmi. Definíciu nám ponúka Rakoušová. Integrácia je vzájomným prenikaním a spájaním obsahu predmetov vytvorených z reálnych vied v nový funkčný a tesnejší vzdelávací obsah, pričom tento integrovaný vzdelávací obsah sleduje ciele všetkých týchto predmetov⁷(Rakoušová, 2008). V tomto zmysle je integrácia prenikanie jedného predmetu do druhého, pričom tieto predmety už nesledujú svoje ciele izolovane, ale zahrňujú všetky svoje ciele naraz tak, aby nebol ukrátený ani jeden z daných

⁶ Pre spresnenie – údaje prezentované v tejto kapitole je možné nájsť na stránkach Európskej Únie. Bližšie informácie, ktoré budeme analyzovať v ďalších kapitolách budú pochádzať zväčša z učebných plánov a osnov jednotlivých štátov.

EACEA, *National Education Systems and Policies* [online]. 2011. Dostupné na internete:

http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/eurybase_en.php

⁷ Rakoušová, A. *Integrace obsahu vyučování v primární škole*. Praha : Grada Publishing, 2008. s. 15.

predmetov. Takýto integrovaný prístup si vyžaduje i sformovanie nového cieľa, ktorý slúži ako cieľ celého predmetu závisiac od veku žiakov. Takýto typ integrácie funguje napríklad v Spojenom Kráľovstve Veľkej Británie, Írsku, Malte a severských krajinách. Práve tento typ integrácie nás zaujíma najviac, pretože sa v ňom skrýva najväčší potenciál a na základe jeho analýzy vo vyššie vymenovaných krajinách budeme vedieť sformulovať princípy tvoriace integráciu ako celistvý proces.

Na záver tejto podkapitoly možno povedať, že samotná obsahová integrácia je pomerne komplexný proces. Aby sme však mohli využiť potenciál tohto procesu čo najviac, musíme sa pozrieť i na jeho konkrétne formy, hoci stále iba v rámci teórie.

Aby sme teda zhrnuli typy integrácie, použijeme nasledovnú definíciu. Integrácia zahŕňa zámerné, vedomé vytváranie prienikov väzieb medzi jednotlivými poznatkami v obsahu vzdelávania učiteľom a využívanie poznatkov z rôznych vzdelávacích odborov a z vlastnej skúsenosti žiakom pri riešení problémov v procese vnútornej integrácie obsahu vzdelávania, pričom rozlišujeme integráciu didaktickú (zo strany učiteľa), psychologickú (zo strany žiaka) a obsahovú (zo strany obsahu učiva)⁸ (Rakoušová, 2008).

1.4 Formy integrácie

Ako sme spomínali už úvode, v posledných rokoch sa vyskytuje u žiakov istá nechuť vzdelávať sa v prírodných vedách, či už je to fyzika, chémia, biológia, geografia či matematika. Jednou z hlavných úloh integrácie je tento problém nezáujmu riešiť, a to prepájaním poznatkov medzi sebou navzájom a hlavne s každodenným životom. Na to slúži niekoľko možných prostriedkov, napríklad slovné úlohy, no čo je skutočne dôležité, je práca pedagóga. Je takisto i chybou, ak nie je dostatok prepojovania teórie s životom v učebných plánoch i osnovách, je však na pedagógovi, aké príklady či úlohy na hodinách použije. Ak si zoberieme napríklad žiaka druhého stupňa základnej školy, úloha musí vychádzať i z jeho predpokladaných skúseností a schopností, tak aby si vedel situáciu predstaviť a implementoval ju do praxe. Úloha nemusí byť ani abstraktná, stačí, ak je síce konkrétna, avšak poníma o veciach, o ktorých daný žiak nikdy nepočul a nevie si tieto veci predstaviť a vizualizovať. Častým problémom sú staré učebnice a učebné materiály, ktorých použitie výrazov je zastarané a dnešným žiakom iba na smiech.

Je pochopiteľné, že z dvoch príkladov na rovnakej výpočtovej úrovni, pričom jeden poníma o žiakovi známych veciach a druhý nie, žiak pochopí preberaný problém lepšie

⁸ Rakoušová, A. *Integrace obsahu vyučování v primární škole*. Praha : Grada Publishing, 2008. s. 17.

z toho, s ktorým sa môže stotožniť. Preto je namieste názor, že i keď nie každý žiak má talent na prírodovedné predmety, je možné ponúknuť cestu pre akéhokoľvek žiaka, a teda každý sa môže naučiť danú tému riešiť, pokiaľ je mu problém predstretý vhodne, primerane a prakticky.

Formy integrácie by sme teda nemali vnímať ako nejaké teoretické definície, ktorými sa snažíme abstraktne vyjadriť, ako by mal vyzeráť výchovno-vzdelávací proces integrovaného predmetu, ale skôr konkrétne možnosti aplikácie integrácie, či už sú to slovné úlohy alebo rôzne projekty. Na to, aby bolo vôbec možné niečo také zrealizovať, musí byť učivo usporiadané minimálne podľa prvého typu integrácie, a teda podľa centrálnych myšlienok a pojmov. Ak by sme tento bod preskočili a chceli by sme hneď integrovať najvyšším stupňom integrácie, neuspeli by sme, pretože práve usporiadanie učiva nezabúdajúc na plnenie cieľov výchovno-vzdelávacieho procesu, podľa pojmov alebo akéhokoľvek nami zvoleného systému, nám pomôže predísť zmätku a neúspechu. Keď sa pozrieme i na slovenské učebné plány a osnovy, vidíme, že aj klasické zaradovanie do kategórií je konsolidované.

V rámci integrácie musíme takéto usporiadanie vnímať nie ako klasické, ale na tzv. princípe konsolidácie. Podroužek ju definuje nasledovne. Konsolidácia učiva je lineárne zaradovanie tém niekoľkých odborov z podobných kognitívnych oblastí vedľa seba, pričom vzniká samostatný predmet⁹(Podroužek, 2002). Práve tu sa spájajú dva typy integrácie do konkrétnej formy, kde sa témy z viacerých odborov zhromažďujú okolo centrálnych ideí a pojmov z podobných kognitívnych oblastí, a teda, tak aby mala takáto forma zmysel, aby tieto pojmy spolu súviseli a tak vytvárali súvislý integrovaný text.

Azda ešte vyššou formou ako konsolidácia je tzv. princíp komasácie. Tento princíp hovorí práve o hodinových dotáciách pre predmety, a to v nasledovnom zmysle. Komasácia znamená hromadenie a scelovanie a z pedagogického hľadiska hovoríme o znižovaní počtu predmetov s tým, že týmto predmetom sú dané vyššie dotácie. Aplikujúc na integráciu si možno predstaviť napríklad fyziku, chémiu a biológiu, ktorých hodinová dotácia je v treťom ročníku stredných škôl na Slovensku jedna vyučovacia hodina, resp. dve pre biológiu. Tieto tri predmety spojím do jedného s názvom Prírodné vedy, pričom hodinová dotácia budú štyri vyučovacie hodiny.

Ako sme už spomínali, dôležitou súčasťou integračného procesu je naviazanie úloh a príkladov s inými predmetmi a praxou tak, aby sa rozvíjali vedomosti a zručnosti

⁹ Podroužek, L. *Integrovaná výuka na základní škole*. Plzeň : Fraus, 2002.

z viacerých oblastí naraz. Tejto forme hovoríme princíp koncentrácie. Znamená to, že riešim problém, úlohu či príklad súčasne z viacerých hľadísk a teda koncentrujem už nadobudnuté vedomosti s tým, že sa ich snažím aplikovať bez ohľadu na akékoľvek kategorizovanie v rámci predmetu. Je pomerne jednoduché si to predstaviť na príklade. Predstavme si situáciu na predmete slovenský jazyk a literatúru, kde sa píše diktát. Obsah textu, ktorý sa použije na otestovanie žiakov je text z učebnice fyziky, primeraný úrovni žiakov. Dbať treba i na to, aby sa v texte nevyskytovali zbytočne zložité slová, ktoré opäť vyvolávajú negatívne pocity smerom k danému predmetu. Pri písaní diktátu teda žiak primárne rozvíja svoje gramatické schopnosti, ale sekundárne rozvíja vedomosti a znalosti z fyziky skrz príslušný text. Ak by sme situáciu otočili, je možné rozvíjať znalosti napríklad z biológie skrz príklad vo fyzike. Ak by sme prepojili znalosti z mechaniky o rýchlosti, príklad by mohol ponímať o troch rýchlych zvieratách, pričom by prebehli určitú dráhu za istý čas. Následne by otázka mohla znieť – „ktoré z týchto troch zvierat je najrýchlejšie v prírode?“ alebo podobne.

Najvyššou formou integrácie je takzvaný princíp koordinácie, ktorý zahŕňa nielen obsahovú integráciu, ale rozvíja i intelektuálne schopnosti žiaka. Opäť si to predstavíme na príklade fyzikálnej úlohy, resp. príkladu, kde sa od žiaka vyžaduje, aby previedol jednotky, vytriedil zo zadaných údajov potrebné veličiny, eliminoval tie, ktoré sú nepotrebné k výpočtu a aby našiel správny výsledok. Úloha, ak správne formulovaná, rozvíja nielen myslenie žiaka a logiku, ale má i dosah na prax a každodenný život, a má teda i motivačnú hodnotu v tom zmysle, že ak žiak príde v živote do styku s danou situáciou (ideálny je prípad, keby úloha hovorila o situácii, do ktorej sa žiak podľa veku už aj mohol dostať, a má s ňou teda skúsenosti), má záujem ju riešiť, vie ju riešiť, čo v konečnom dôsledku ústi do pozitívneho postoja voči problematike či predmetu, kde videl takýto problém prvýkrát ako problém riešiteľný a vyriešený.

Práve na týchto princípoch je vidieť, že sice typy integrácií sú dôležité z hľadiska zaradenia do školských systémov a pri tvorení plánov a osnov, samotná realizácia pedagóga je to, čo rozhoduje, či bude integrácia úspešná alebo nie. Samotná tvorba učebníc sa musí riadiť týmito princípmi, ináč by bolo celé myšlienkové uvažovanie o výzore integrácie a jej aplikácií v tej danej krajine úplne zbytočné.

1.5 Integrácia ako komplexný pojem

Ako sme mali možnosť vidieť už počas nášho teoretického úvodu, integrácia je pojem, ktorý funguje v niekoľkých rovinách. Je to rovina školského systému, učebných plánov a osnov (typy integrácie) a rovina aplikácie integračných princípov do výchovno-vzdelávacieho procesu a do tvorby učebníc (formy integrácie). Nesmieme zabúdať aj na pedagogické či didaktické hľadisko, a teda na primeranosť integračného procesu pre daný vek dieťaťa. Práve v modernej pedagogike sa pedagóg musí pozerieť na dieťa ako na osobnosť, ktorá si svojou jedinečnosťou vyžaduje špecifický prístup a svojou dynamikou zasa využívanie vždy nových, starostlivo vybraných a štruktúrovaných metód.

Možno zhrnúť, že sme si definovali, čo znamená pojem integrácia, vysvetlili sme si, v čom je dôležitý a výnimočný a pozreli sme sa na jej typy a formy. V ďalšej kapitole sa budeme venovať analýze už fungujúcich systémov obsahujúcich integráciu vo vybraných krajinách Európskej Únie. Pred tým, než sa do tejto analýzy pustíme, treba povedať, že ide o systémy fungujúce, ktoré zahŕňajú každý aspekt integrácie tak, ako sme spomínali. Hlavný dôvod, prečo sme si museli definovať integráciu je, aby sme hľadali prieniky medzi teóriou a už existujúcou praxou, a aby sme nachádzali, zaradovali a analyzovali každú aplikáciu integračných princípov vo vyučovaní fyziky integrovanej v rámci väčšieho celku, a tak našli integračné princípy použiteľné i pre nás nielen teoreticky, ale aj prakticky a funkčne.

2 Analýza prvkov integrácie vo vybraných štátoch Európskej Únie

V predchádzajúcej kapitole sme si jasne určili pojem integrácie, integrovaného vzdelávacieho predmetu, typov a foriem integrácie. Pri všetkých definíciách sme sa stretli s myšlienkou, ako je integrácia komplexná a z koľkých možných uhlov pohľadu sa na ňu treba dívať tak, aby žiadna výchovno-vzdelávacia zložka vyučovacieho procesu nebola zanedbávaná. Ako aj pri typoch, tak aj pri formách sme si prvky, ktoré tvoria integráciu, akoby odstupňovali – pri typoch od integrácie v rámci predmetu až po integráciu ako spájanie obsahu dvoch predmetov, pri formách od jednoduchých princípov zaraďovania tém podľa určitého systému až po rozvíjanie intelektuálnych schopností žiaka skrz zaradenie tém z viacerých odborov do jednej praktickej úlohy. Preto, ak sa chceme posunúť ďalej a hľadať spôsoby, ako sa tvorí správne integrovaný vzdelávací predmet, musíme sa pozrieť na už realizované projekty integrácie a integrovaných predmetov.

Ak sa pozrieme na školské systémy, učebné plány a osnovy krajín vo svete a hlavne v Európskej Únii, zistíme že pojmy ako integrácia, integrovaný vzdelávací predmet či medzipredmetové vzťahy vôbec nie sú neznáme. V drvivej väčšine krajín sa na určitom stupni integrácia objavuje v jednoduchých formách alebo v integrovaných slovných úlohách, ktoré sa riadia správnymi formami a princípmi tak, aby neboli len obsahovou integráciou, ale aby rozvíjali viaceré aspekty v žiackej výchove. Ak sa pozrieme i na systém u nás, tak samotný predmet Prírodovedy na prvom stupni základnej školy a neskôr (krátke obdobie Prírodovedy pre deviaty ročník), sa dá nazvať integrovaným vzdelávacím predmetom. S pohľadom na Průchovu definíciu, zlučuje viacero izolovaných predmetov alebo tém obsahu vzdelávania, a keďže sa Prírodoveda na prvom stupni základných škôl vyučuje takmer v celej Európskej Únii, integrácia nie je až tak vzdialený pojem.

Budeme sa venovať aj tomuto typu integrácie, avšak našou úlohou je ísť ďalej a pozrieť sa na krajiny s učebnými plánmi a osnovami zahrňujúcimi integráciu aj na vyšších stupňoch škôl ako len na základných. Našou úlohou je pozrieť na typy integrácie, ktoré nie sú úplne bežné a na princípy a formy, ktoré vedú až k úplne najvyššiemu stupňu integračného procesu, princípu koordinácie aplikovaného na dva či tri predmety spojené obsahovo i didakticky.

Pred tým, než začneme našu analýzu, je dôležité ozrejmiť, že sa nesnažíme hľadať úplne všetky krajiny, kde sa integrácia vyskytuje. Hľadáme tie krajiny a tie stupne, ktoré nám poslúžia ako najlepší príklad pre daný typ či formu integrácie, pričom použijeme konkrétne príklady z národných kurikul, učebných plánov a osnov tak, aby sme vystihli podstatu

praktickej aplikácie integrácie na školský systém, školy a v podstatnom rade na samotného žiaka.

2.1 Analýza typov integrácie vo vybraných krajinách Európskej Únie

Ako sme už naznačili v úvode tejto kapitoly, budeme analyzovať už existujúce typy a formy integrácie. Najskôr sa pozrieme na tri typy, ktoré sme si ozrejmili už v prvej kapitole, a to je integrácia v rámci predmetu, integrácia dvoch či viacerých predmetov bez premiešania učiva a integrácia dvoch či viacerých predmetov na princípe koordinácie, a teda s komplexným pohľadom z viacerých uhlov pohľadu, nielen obsahového.

2.1.1 Analýza integrácie v rámci predmetu

Hoci tento typ integrácie je iba akýmsi prvým stupňom integrácie, odlišuje sa od zvyšných dvoch v zásadnom bode, a to v tom, že nespája vzdelávacie predmety, ale spája témy obsahu vzdelávania v rámci jedného a toho istého predmetu tak, aby boli naplnené ciele a rozvíjané zručnosti i vlastnosti žiaka. V rámci Európskej Únie možno nájsť niekoľko praktických príkladov, na základe ktorých môžeme tento typ integrácie zanalyzovať.

Je bežné, že sa vzdelávacie predmety zaraďujú do určitých skupín, napríklad Človek a príroda, ktoré dostávajú istú celkovú hodinovú dotáciu. Vo viacerých krajinách Európskej Únie ako je Belgicko, Francúzsko a niekoľko ďalších, si túto celkovú hodinovú dotáciu danej skupiny predmetov rozložia medzi samotné predmety školy sami. Nielen teda, že je školský systém prispôsobený rozličným typom škôl, ale umožňuje školám rozdeliť hodinovú dotáciu tak, ako uznajú za vhodné. Pochopiteľne, toto rozdelenie musí byť primerané a nemôže prísť k situáciám, kde by jeden predmet úplne vypadol na úkor druhého. Takéto situácie sa riešili zavedením povinne voliteľných či výberových predmetov už na stredných školách či gymnáziách, a v niektorých krajinách ako je napríklad Švédsko sa išlo ešte ďalej. Žiaci musia z každej skupiny predmetov (Človek a príroda, Človek a spoločnosť,...) získať určitý počet kreditov, z povinných i povinne voliteľných a je len na nich, ktorým smerom sa budú orientovať. Ide o podobný systém ako v našom, resp. takmer celoeurópskom vysokom školstve, a tento pokročilý systém s dôrazom na nezávislosť žiaka a s dôverou v jeho schopnosti ovplyvňovať svoju budúcnosť výberom vhodných predmetov a okruhov, ktorým sa chce v budúcnosti venovať, slávi v severských krajinách úspech. Prečo však spomíname akési vzdialené integrovanie predmetov do veľkých skupín v rámci školských systémov?

Podobným spôsobom, ako sa predmety zaraďujú do predmetových skupín, sa v tomto type integrácie zaraďujú pojmy do pojmových skupín a tie do väčšej kapitoly. Ukážeme si to

na príklade. Keďže integračné prvky sú najrozvinutejšie práve v Spojenom Kráľovstve Veľkej Británie (ďalej už len Veľká Británia), budeme pomerne často nachádzať efektívne príklady na analýzu jednotlivých typov a foriem integrácie práve tu. Treba však mierne naznačiť, aké rozdiely očakávať medzi nami zaužívaným školským systémom a systémom vo Veľkej Británii.

Keďže sa v rámci Veľkej Británie nachádza viacero autonómnych zriadení, aj školský systém sa v nich mierne odlišuje. Anglicko a Wales majú spoločný systém, ktorý je takmer totožný so systémom Severného Írska. Najväčšie odchýlky od týchto troch sú v školskom systéme Škótska, čo pramení i v pomerne búrlivej histórii spolunažívania týchto krajín. Bez toho, aby sme sa zaoberali dávno zanechanými spormi, učebné plány a osnovy majú spoločné Anglicko, Wales a Severné Írsko. Tento komplexný dokument vypracovaný britským ministerstvom školstva sa nazýva National Curriculum¹⁰ a obsahuje štyri fázy rozdeľujúce žiakov podľa veku. Škótsko má svoje vlastné kurikulum s názvom Curriculum for Excellence¹¹.

Ako prvý príklad zaradovania učiva do skupiny pojmov a následne do kapitol použijeme štvrtú kapitolu kľúčovej fázy 1 (Key stage 1) vo Veľkej Británii (sem teda v zmysle učebných plánov, osnov a rozdelenia školského systému na fázy zaradujeme iba Anglicko, Wales a Severné Írsko). Do kľúčovej fázy 1 zaradujeme žiakov podľa definície z britského práva. Kľúčová fáza 1 je „obdobie začínajúce v rovnakom čase ako školský rok, v ktorom žiak dovŕši vek šesť rokov a končiaci v rovnakom čase ako školský rok v ktorom väčšina žiakov v triede dovŕši vek sedem rokov¹²“. Daná kapitola má názov Fyzikálne procesy a obsahuje nasledovné pojmové skupiny – Elektrina, Sily a pohyb, Svetlo a zvuk. Keďže ide o deti, ktorých vek je päť až sedem rokov, je pochopiteľné, že sú poznatky im predstavené sú usporiadané podľa veľmi základných a veľmi jednoducho. I tak tu však možno nájsť integráciu v rámci predmetu, keďže už tu sa spájajú pojmy z viacerých odvetví fyziky, spájajú sa v jeden celok a tak zbytočne nemätú žiakov.

¹⁰ Podrobnosti o tomto dokumente možno nájsť na stránkach britského ministerstva školstva, pričom dokument sa rozdeľuje na jednotlivé predmety. Pasáž, ktorá sa venuje predmetu Science, bude nami často využívaná i pri ďalšej analýze, keďže ide o oficiálny dokument Veľkej Británie. [cit. 2011-11-20]. Dostupné na internete: <http://curriculum.qcda.gov.uk/>

¹¹ Podrobnosti sa nachádzajú na stránkach autonómnej škótskej vlády, kde sa nachádza aj rozbor predmetu Science, na ktorý sa sústreďujeme. [cit. 2011-11-20]. Dostupné na internete: <http://www.scotland.gov.uk/Topics/Education/Schools/curriculum/ACE>

¹² *Education Act*, 2002, sekcia 82, odsek 1a [online] [cit. 2011-11-21]. Dostupné na internete: <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2002/32/section/82>

Do pojmovej skupiny Svetlo a zvuk patrí podskupina Zvuk, pri ktorej sa hovorí, že žiaci majú byť schopní rozoznať viacero druhov zvukov, ich zdroje a hľadať príčinu a prečo sa zvuk so zväčšujúcou vzdialenosťou akoby „zmenšuje“. Zaujímavosťou tejto podskupiny však je, že je sem zaradený aj iný typ integrácie v malej forme, pretože žiaci majú byť schopní povedať, prečo počujú zvuk, ktorý vydávajú vnútri ucha. Nielen, že sa spájajú poznatky z viacerých oblastí a tém okolo jedného pojmu, ale už tu v prvých fázach vidieť náznaky vyššieho stupňa integrácie.

Práve na príklade s uchom je vidieť, aký dôraz je kladený na to, aby žiaci rozoznávali bežné javy okolo seba a aby ich vedeli poznávať a riešiť praktickou aplikáciou, nie len nekonečným teoretizovaním o abstraktných situáciách alebo o situáciách, ktoré žiaci v ich veku nemajú šancu poznať. Aj tu leží jeden veľký problém, s ktorým sa mnohokrát stretávame na Slovensku, a bez štipky naivity možno povedať, že aj všade inde – a to je práve neprimeranosť materiálov pre žiakov, nie však v zmysle náročnosti textu, pretože práve nároky kladené na žiaka musia byť stále výzvou preňho i pre učiteľa, ale skôr v zmysle konkrétosti a dosiahnuteľnosti cieľa, tak aby mal žiak motiváciu nielen poznávať, ale aj riešiť. Ak však prezentujeme problém, ktorý žiak nemal kde vidieť alebo je príliš abstraktný a nezaujímavý, žiak nemá dôvod ani motiváciu ho riešiť. V poznámkach pre učiteľa v National Curriculum v kľúčovej fáze 1 je hneď ako prvá vec napísaná, že znalosti, zručnosti a pochopenie získa žiak v každodenných situáciách a kontexte, ktorý mu je známy, vie sa s ním stotožniť a je preňho zaujímavý.

Z Veľkej Británie spomenieme ešte jeden príklad, z kľúčovej fázy 2, ktorú britský zákon Education Act (2002, sekcia 82, odsek 1) definuje rovnako ako kľúčovú fázu 1, len s tým rozdielom, že vek žiakov nie je päť až sedem rokov, ale sedem až 11 rokov, čo pokrýva základnú školu a v niektorých prípadoch i začiatok niektorých špeciálnych typov stredných škôl. Opäť si všímame kapitolu Fyzikálne procesy, tentokrát však skupinu Sily a Pohyb, kde sú obsahom typy sily. Sem však podľa dokumentu patrí prítiažlivá a odpudivá sila magnetov a magnetických materiálov, gravitačná sila, trecia sila a jej vplyv na leteckú dopravu (opäť praktická aplikácia blízka žiakom), trecia sila a jej vplyv na pohyb (spomaľovanie, zabraňovanie pohybu), deformačné sily, akcia a reakcia a meranie síl. Nejedná sa tu teda len o mechanickú silu, ale je tu jasné spojenie s elektrinou a magnetizmom, pochopiteľne mechanikou, ale opäť s dôrazom na praktickú aplikáciu. Ak sa pozrieme, aký je rozdiel medzi kľúčovou fázou 1 a 2, medzi cieľmi a prostriedkami, nenájdeme nič. Rozdiel však možno nájsť v intelektuálnych zručnostiach žiaka – zatiaľ čo v prvej fáze sa žiaci učia len základnému vedeckému vyjadrovaniu a učia sa len názvy a popisy, v druhej fáze sa na už

naučené a osvojené veci nadväzuje. Žiak má byť schopný používať vhodný jazyk a jednotky SI tak, aby na to mohol nadviazať v ďalšej fáze. Na tú sa však pozrieme až pri ďalších typoch integrácie.

Ako ďalší príklad použijeme Škótsko, kde má učiteľ veľkú voľnosť, čo sa týka výučby a použitých materiálov, avšak veľký dôraz sa tu kladie na kontinuitu štúdia daného predmetu. Aj tu síce hovoríme o predmete Science, no v úvodných ročníkoch, keď je vek žiaka ešte malý, podobne ako vo zvyšku Veľkej Británie, ťažko od žiaka vyžadovať spájanie komplexných informácií z viacerých samostatných predmetov. Vo Veľkej Británii je teda akási cibulovitá integrácia, sú tu podpredmety pospájané a premiešané, sú tu podpredmety pospájané do jedného predmetu s jedným názvom a v rámci tohto predmetu nájdeme aj integráciu v rámci takto izolovaných podpredmetov okolo niektorých pojmov.

I tu možno nájsť kapitoly – Sily, Elektrina, Vlny a časť fyziky možno nájsť aj v kapitole Materiály (vyšší stupeň integrácie spája chémiu a fyziku a vytvára akúsi fyziku materiálov). Pochopiteľne do predmetu Science patria i témy biologické, tie však skôr vstupujú do fyzikálnych a chemických tém, a nie naopak (spojenie biológie s chémiou je bežné, spojenie biológie s fyzikou nie). Ako príklad možno použiť hociktorý z nich, napríklad Sily, keďže práve okolo pojmu sila sa dá primerane a zmysluplne integrovať.

Všetky spomenuté kapitoly v sebe nesú prvky integrácie, a preto napríklad aj pojem elektriny a elektrickej či magnetickej sily sa žiaci učia už v kapitole Sily. V druhej fáze v kapitole Sily (sedem až deväť roční žiaci) sa učia rozpoznávať efekt síl na hračkách a rôznych domácich objektoch, podobne aj efekt magnetu na prostredie, trecie sily, a dokonca navrhovať riešenia, ako dosiahnuť, aby mal daný objekt čo najvyššiu rýchlosť. Dáva sa teda dôraz na prax a aplikáciu, na situáciu v každodennom živote a na riešenia, ako čo najlepšie využiť potenciál sily či iných pojmov v ostatných kapitolách.

2.1.2 Analýza integrácie spojených predmetov

Ťažko povedať, nakoľko tento typ integrácie možno nazvať druhým stupňom integrácie. Jeho aplikácia je pomerne bežná v krajinách, v ktorých sa vyskytujú prvé pokusy o integrovanie obsahu vzdelávania a prvky tohto typu integrácie možno nájsť takisto aj na nižších stupňoch škôl, pričom vo vyšších ročníkoch sa už nadväzuje a spája na predmety vytvorené týmto typom. Z nášho pohľadu teda ide o integráciu, kde spájam dva predmety tak, že síce čiastočne spájam ich niektoré pojmy, avšak celkový dojem je separátne. Môžeme si to predstaviť hneď na niekoľko príkladoch, pričom niektoré z nich ďalej rozvineme. Je dôležité povedať, že tento typ integrácie predznamenáva, že za ním nasleduje tretí stupeň integrácie,

a to v takom zmysle, že takmer všade, kde tento typ nájdeme, o pár ročníkov vyššie nájdeme ten tretí.

Tak ako sme integračné prvky vo Veľkej Británii označili ako cibuľovité, tak to platí aj tu, a keďže vieme, že integrácia je komplexný pojem, nielen, že spája predmety s plánmi, osnovami, vedomosťami, schopnosťami a zručnosťami, ale práve kvôli zachovaniu kontinuity spája aj rozličné typy integrácie. Aj preto od úvodu hovoríme, že integrácia je celok, a práve v analýze a aplikácií v školských systémoch môžeme vidieť, že len s ťažkosťami môžu jej typy existovať osamotene. Tak nadväzujúc na seba zabezpečuje aj primeranosť obsahu vzdelávania i jeho logické zaradovanie a spájanie do systematického celku ako integrovaného vzdelávacieho predmetu, v našom prípade Prírodných vied, alebo Science, ktorý spĺňa a združuje ciele všetkých podpredmetov, ktoré obsahuje.

Ak vnímame túto integráciu ako spojenie dvoch predmetov bez previazania ich obsahu, možno povedať, že sem patrí každá krajina, v ktorej sa vyskytuje predmet Science a v istých ročníkoch či stupňoch k spojitosti učiva ešte neprišlo. Ako prvý príklad môžeme použiť Belgicko, ktoré je známe svojou nekonzistenciou školstva spôsobenou kultúrnymi rozdielmi medzi štyrmi komunitami žijúcimi v krajine. Školstvo je tak rozdelené na štyri časti – školstvo flámskej komunity, valónskej komunity, francúzskej a nakoniec nemeckej komunity. V celom Belgicku bez ohľadu na komunitu sa kladie dôraz na slobodu výberu študenta a čiastočne i školy, a tak ako sme spomínali v úvode kapitoly, niektoré z týchto škôl majú možnosť sami rozdeliť hodiny na daný predmet z istej hodinovej dotácie. Práve tu sa uplatňuje princíp komasácie (ktorý rozvineme neskôr), ktorý hovorí o zlučovaní predmetov v prospech hodinovej dotácie. Preto pri pohľade na belgické školstvo možno vidieť aj predmety pospájané oku laika náhodne, ako Prírodné vedy, ktoré obsahujú fyziku a biológiu, ale nie chémiu, no i naopak, ktoré obsahujú fyziku a chémiu, a nie biológiu¹³.

Faktorom, ktorý prispieva k zdanlivo zmätočnému systému je i množstvo druhov škôl, medzi ktoré patrí všeobecná stredná škola, odborná stredná škola, umelecká stredná škola a technická stredná škola, pričom každá z nich má svoje vlastné plány a osnovy a každá komunita v Belgicku si tieto plány a osnovy odlišuje tiež. Ako príklad však poslúži práve Flámska komunita, ktorá v priebehu celého druhého stupňa základnej školy a na stredných školách ponúka možnosť integrovaných predmetov. Ide však o komasačnú integráciu, kde dôvodom je šetrenie hodinovej dotácie a nie hľadanie prienikov medzi predmetmi, hoci takéto

¹³ EACEA, *Organisation of the education system in Flemish community of Belgium* [online] [cit. 2011-11-20]. 2009. s.191-192. Dostupné na internete: http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/eurybase/eurybase_full_reports/BN_EN.pdf

ú mysly sa tu dajú nájsť tiež. V priebehu štúdia žiaci majú závisiac od školy na výber predmety – integrovaná veda (fyzika, biológia, chémia), aplikovaná veda / prírodné vedy (fyzika a biológia, alebo fyzika a chémia, na technických školách i všetky tri) a v poslednom ročníku strednej školy sa síce veľmi zriedkavo, ale predsa vyskytujú vedy aj v spojení s matematikou. Je dôležité poznamenať, že ak sú spojené len dva predmety do integrovaného celku, tretí sa vyučuje samostatne.

Medzi krajiny, ktoré sa pokúšajú o integráciu, patrí napríklad aj Bulharsko, a to tak, že astronómiu patriacu pod geografiu zaraďuje do fyziky a tým pádom sa dáva v osnovách väčší priestor Zemi a vesmíru ako napríklad u nás. Tento trend sa začal využívať aj na niektorých školách v Poľsku a v niektorých krajinách aj mimo Európskej Únie.

Ďalším pomerne rozšíreným trendom sú pokusy o integráciu fyziky a chémie, stále však na nie dostatočnej obsahovej úrovni, a teda nedosahujú úroveň koordinačných či koncentračných foriem. Na základných školách v Dánsku sa v 7.,8. a 9. ročníku spájajú tieto dva predmety v jeden, pričom sa ich počet hodín spája. Na stredných školách zatiaľ Dánsko v integrovaní nepokračuje. Podobne je tomu i v Estónsku, Fínsku, v niektorých talianskych školách (Liceo classico), ba dokonca i v Portugalsku¹⁴. Zaujímavým prípadom je Malta, kde sa školský systém snaží adaptovať a priblížiť čo najviac západným krajinám, a napreduje smerom ku komplexným integračným reformám.

Ako konkrétne príklady použijeme ešte tri systémy, dva z nich sme už spomínali – Veľká Británia, Škótsko a pribudne k nim aj Írsko. Írsky školský systém i procesy vytvárania učebných plánov a osnov boli do osamostatnenia v roku 1921 rovnako sa vyvíjajúce spolu so zvyškom Veľkej Británie, no i po osamostatnení hlavne vďaka tlakom zo Severného Írska i zo samotnej Veľkej Británie nešli celkom po samostatnej línii a v celom systéme je cítiť stopa spoločnej histórie.

Írsko má podobne podrobne prepracovaný systém integrácie na školách a už od malého veku sa žiaci pripravujú na spájanie pojmov a faktov z prírodných vied. Ako príklad nám poslúži druhý stupeň základnej školy v Írsku a predmet Science. Zaujímavým faktom je, že učebné plány a osnovy sú vypracované nielen na jeden rok, ale na celý tzv. cyklus (junior cycle), čo v praxi znamená, že škola i pedagóg si môže určiť systém podľa seba a nastaviť si ho tak, ako uzná za vhodné. Samozrejme, táto voľnosť je do istej miery aj vo Veľkej Británii, a má jasnú príčinu – nedostatok pedagógov kvalifikovaných na výučbu všetkých troch predmetov patriacich do predmetu Prírodné vedy (Science) na dostatočnej úrovni.

¹⁴ Údaje vyskytujúce sa v tejto kapitole boli spracované podľa oficiálnych dokumentov Európskej Únie a jej členských štátov.

Pedagógovia len sotva môžu žiakom bližšie vysvetliť procesy z biológie, ak ich vysokoškolské štúdium obsahovalo len chémiu a fyziku. Častokrát sa potom stáva, že učiteľ venuje väčšinu času predmetu, v ktorom je expert, avšak zanedbáva tie ostatné na úkor žiakov. Tento problém sa zatiaľ nepodarilo vyriešiť.

V tomto druhom stupni základnej školy sa teda sylabus predmetu Prírodné vedy (Science) rozdeľuje na tri časti – biológiu, chémiu a fyziku, pričom každá z nich je samostatná¹⁵ a hoci fungujú pod jednotnou hlavičkou prírodných vied, ich prienik je minimálny a ak by boli rozdelené na samostatné predmety, fakticky by neprišlo k zmene. Natíska sa potom otázka, aký zmysel má vôbec takáto integrácia. Integrovaný síce nie je obsah vzdelávania, ale znaky integrácie možno badať práve v schopnostiach a zručnostiach, a teda postupy žiaka či už pri meraniach, alebo jeho logika a kognitívne poznávanie a podobne. Hoci predmety v rámci Prírodných vied pôsobia izolovane, ich ciele sú spojené a naformulované tak, aby spĺňali všetky potencionálne ciele týchto predmetov, ak by stáli samostatne.

Ďalším príkladom je Škótsko, kde nájdeme aj tento typ integrácie, hoci väčšinou je zastúpený práve posledný typ postavený na princípe koordinácie. Škótsky školský systém sme si už priblížili, a teda vieme, že je rozdelený na päť fáz. Kapitoly, ktoré sa snažia obsiahnuť obsah vzdelávania sú tieto – Planéta Zem; Sily, elektrina a vlny; Biologické systémy; Materiály a Moderná veda¹⁶. Niektoré z nich sú integrované okolo ideí a pojmov, ako sme už uviedli pri prvom type integrácie, niektoré však pôsobia izolovane a samostatne, ako napríklad Biologické systémy. Ak sa bližšie pozrieme na ich obsah, zisťujeme, že tu nájdeme jemné prelínanie s chémiou, avšak integrované slovné úlohy alebo úlohy spájajúce viacero tém obsahu vzdelávania by sme hľadali márne. Biológia vo všeobecnosti teda v Škótsku funguje pomerne samostatne, a jediné, čo ju spája so zvyškom predmetov sú opäť ciele, intelektuálne znalosti, schopnosti a zručnosti, ktoré chceme dosiahnuť. Je to teda akýsi medzistupeň medzi integráciou v rámci predmetu, ako sme ju videli pri kapitole Sily, elektrina a vlny a najvyšším stupňom integrácie.

Posledným príkladom pre tento typ integrácie je Veľká Británia v zložení Anglicka, Walesu a Severného Írska. V predchádzajúcej podkapitole sme si prešli prvé dve kľúčové fázy, v ktorých sa integrácia stupňuje, a je tomu aj v posledných dvoch kľúčových fázach.

¹⁵ Junior Certificate Science Course Committee. *Junior Certificate Science Syllabus (Ordinary and Higher Level)*. Dublin : The Stationary Office. 2003. s. 9-31

Dostupné aj na internete: <http://www.curriculumonline.ie/uploadedfiles/JC/SciencesyllabusJC.pdf>

¹⁶ *Curriculum For Excellence: Sciences: Experiences and Outcomes* [online] [cit. 2011-11-25]. s.2-20

Dostupné na internete: www.ltscotland.org.uk/Images/sciences_experiences_outcomes_tcm4-539927.doc

Kľúčová fáza 3 (key stage 3) je definovaná podobne ako prvé dve, avšak vekové ohraničenie je od jedenásť do štrnásť rokov. Už v popise tejto fázy je po prvýkrát popísané, že žiak buduje svoje znalosti a chápanie na vytváraní spojení medzi rôznymi oblasťami prírodných vied¹⁷. Napriek tomu, že sa už blížime k najvyššiemu stupňu integrácie z pohľadu typov, stále sa tu vyskytujú prvky integrácie bez spájania a premiešavania.

Druhou kapitolou kľúčovej fázy 3 sú Životné procesy a žijúce veci, kde nájdeme pojmové skupiny ako bunka (tu je opäť integrácia v rámci predmetu biológia), človek ako organizmus, zelené rastliny ako organizmy či žijúce veci v prostredí. Sú tu isté spojenia s chémiou, avšak biológia tu funguje takmer samostatne, a ako sme už spomenuli, zasahuje do ostatných kapitol, avšak oni nezasahujú do nej. Znamená to teda, že napríklad ďalšia kapitola kľúčovej fázy 3 – Materiály a ich vlastnosti – obsahujú vyučovacie hodiny z fyziky, chémie i biológie, alebo v kombináciách dvoch, či všetkých troch predmetov, ale nami spomenuté Životné procesy a žijúce veci obsahuje len hodiny z biológie. V praxi to znamená, že ak by učiteľ postupoval striktne podľa plánu, a nemal by voľné ruky, tak ako ich vo Veľkej Británii má, žiaci by sa učili dva či tri mesiace len biológiu a ďalšie dva či tri mesiace akýsi mix všetkého, a teda buď dvoch či troch predmetov s občasnou samostatnou hodinou. Tým pádom by však integrácia strácala časť zo svojho zmyslu, a ťažko by bol splniteľný hlavný cieľ kľúčovej fázy 3 – vytváranie spojení medzi rôznymi oblasťami vedy. Pedagóg si tak musí uvedomiť, aká dôležitá je jeho úloha, a o čo dôležitejšia jeho príprava na hodiny, ak dostáva voľnosť v tom, aké poradie hodín a tém si zvolí a či bude kapitoly kombinovať alebo nie. Pochopiteľne, do procesov prípravy plánov pre školu zasahuje samotná škola, ale metodická stránka je len a len na pedagógovi.

Práve tu ponúka dokument National Curriculum veľké výhody, pretože ak aj pedagóg nie je schopný metodicky zvládať predmet, v učebných plánoch a osnovách má napísané, ktoré informácie má ako a s čím prepojiť, ba dokonca aké multimédia na to má, resp. môže použiť. Vo svojej podstate ide o dokonalú integráciu, pretože prepája takmer každé učivo na každej hodine so znalosťami už osvojenými na iných predmetoch, ktoré sú súčasťou Prírodných vied, ale aj ostatných predmetov. Obsahuje tak prepojenia s predmetom histórie, geografie, matematiky či environmentalistiky. Touto integráciou, a jej konkrétnymi príkladmi nielen v britskom školstve sa budeme zaoberať v nasledujúcej podkapitole.

¹⁷ Department for Education and Employment. *The National Curriculum for England: Science*. London : DEE. 2004. s.28

2.1.3 Analýza spojených predmetov v komplexný integrovaný vzdelávací predmet

Typ integrácie, ktorý možno považovať za najvyšší stupeň integrácie a ktorý obsahuje v sebe najvyššie formy a princípy integračného procesu je práve ten, ktorý vytvára ucelený integrovaný vzdelávací predmet a ktorý tak prispieva nielen k celistvosti obsahu vzdelávania, ale spája všetky aspekty integrácie, ktoré sme spomínali, a teda všetky ciele učebných plánov a osnov zo všetkých predmetov, ktoré integruje. Mnoho ráz sa práve v našej krajine stretávame s nekonzistentnosťou cieľov pedagóga, ale takisto i so zmatečnosťou učebníc a iných didaktických materiálov, čo poškodzuje hlavne žiaka, ktorý ak nevie, čo je jeho úlohou a nie je ani dostatočne motivovaný, nemá logicky o predmet záujem. Tento problém sa vyskytuje vo viacerých štátoch Európskej Únie, avšak príklad sa treba brať práve z tých konzistentných a celistvých, a väčšinou sú to práve tie, kde prebehol, resp. prebieha proces integrácie. Dôvod, prečo musíme zdôrazňovať práve dôležitosť cieľov, motiváciu detí ale i motiváciu a kompetentnosť pedagóga je ten, že integrovaný vzdelávací predmet nemôže fungovať bez jednotnosti alebo aspoň základných oporných bodov, ktorých sa drží. Spôsob, akým učiteľ pristupuje k hodine a metodika, ktorú použije, je plne v jeho rukách, a teda to, čo žiak dostáva je to, čo pedagóg odovzdáva.

Ako prvý príklad uvidíme príklad Švédska. Ako sme už spomínali, vo Švédsku funguje na stredných školách pokročilý kreditový systém, podobne ako u nás na školách vysokých. Tento systém funguje na báze slobody, a teda je viacero predmetov (pomenovaných inak ako u nás na stredných školách), z ktorých si žiaci vyberú, ktoré chcú tak, aby získali určitý počet kreditov. Na stredných školách vo Švédsku je to v oblasti Science studies päťdesiat kreditov¹⁸. Aby sme predišli akýmkoľvek nejasnostiam, je dôležité povedať, že tak ako na vysokých školách u nás a inde, aj tu sú predmety povinné a sú tu predmety voliteľné. Keďže krajina je veľmi otvorená cudzím kultúram, existuje je množstvo druhov základných škôl, kde na niektorých sa vyučuje Prírodoveda, niekde zase jednotlivé predmety, ktoré ju tvoria, a niekde už prichádza k integrácií. Stredné školy sú však prevažne jednotné, a hoci sa delia na druhy ako napríklad odborné školy, systém sa dodržiava. Jedinými väčšími rozdielmi sú práve voliteľné predmety. Hlavným povinným predmetom na stredných školách v tejto oblasti je teda Science – Prírodné vedy, aj tu obsahujúce fyziku, biológiu a chémiu, tvoriace jeden ucelený celok. Vzhľadom na multikultúru krajiny, učebné plány a osnovy, plány jednotlivých hodín sú stále v priebehu rozvoja, kde sa dôraz kladie hlavne na rozvoj intelektuálnych schopností.

¹⁸ Swedish National Agency for Education. *Curriculum for non-compulsory school system*. Štokholm: AB Danagards grafiska. 2006.

Ako sme už spomenuli v analýze ostatných typov integrácie, nemožno zaškatuľkovať krajiny podľa typu a ďalej sa im nevenovať. Nielen že znaky typov integrácií sú viditeľné v každom školskom systéme, ale i to, že sme videli integráciu jedného typu v istej krajine neznamená, že iný typ integrácie sa v tej istej krajine nemôže vyskytovať tiež. Smerom ku švédskemu školskému systému smeruje i Nórsko či Fínsko, ale i iné krajiny v rámci Európskej Únie, ako je napríklad Belgicko a aj ďalšie krajiny. I z hľadiska pedagogiky, školské systémy, prístupy i metodiky prechádzajú mnohými zmenami, a ide o veľmi dynamickú sústavu prvkov výchovno-vzdelávacieho procesu. Z toho dôvodu prichádzajú tieto krajiny každý rok s novými ideami a s novými postojmi voči rôznym javom v pedagogike. Takisto je to aj s integráciou. Ťažko hľadať pohľady, ktoré sa za rok nezmenia a ktoré, keď si definujeme nebudú za rok zastarané. Azda najmarkantnejším príkladom dynamického školského systému je Malta.

Maltský edukačný systém je veľmi moderný, pričom vzdelanie ponúka štát, cirkev i súkromný sektor. Keďže na Malte sa viažu k školstvu isté tradície, starostlivosť o žiakov je na veľmi vysokej úrovni, pričom štát dáva veľký dôraz na uplatnenie svojich absolventov v domácej sfére¹⁹ (Villain-Gandossi, 1995). Na Malte však napriek veľkej snahe o reformy pretrvávajú problém nekompetentnosti pedagógov, ktorí po vyštudovaní vysokej školy nie sú pripravení na výučbu predmetov na stredných a základných školách. Tento problém je o to viac prehĺbený pri predmete Science – Prírodné vedy z jednoduchých dôvodov. Budúci pedagógovia totiž študujú nie všetky prírodné vedy, ale iba vybrané z nich, a takisto nie sú pripravovaní na výučbu žiakov podľa existujúcich plánov a osnov, ale zameriavajú sa na viac na odbornosť a na prax minimálne. To spôsobuje isté trenia, ktoré sú známe aj u nás, ale i v okolitých štátoch, a to je hlavne nepripravenosť pedagóga na výučbu na školách z hľadiska metodiky, didaktiky i pedagogiky. Pedagógovia tak pristupujú k študentom buď s prílišným dôrazom na obsah vzdelávania s tým, že zanedbávajú ostatné aspekty alebo nie sú pripravení adaptovať sa na rôzne situácie vznikajúce v triedach, čo je mnohokrát spôsobené aj naivnou výučbou metodiky na vysokých školách i nekonzistentnosťou učebníc s tým, čo sa pedagógovia učia počas svojho štúdia²⁰.

Na maltských stredných školách funguje predmet Integrated science – Integrované prírodné vedy²¹, ktorého samotný názov naznačuje, akým spôsobom sú formulované jeho

¹⁹ Villain-Gandossi, Ch. *Le Carrefour Maltais*. Aix-en-Provence: Édisud. 1995. s.185-197.

²⁰ Calleja, J. The evolution of education in Malta: a philosophy in the making. In *Revue du monde musulman et de la Méditerranée*. 1994. vol.71.

²¹ Dôvod, prečo vždy pri prekladaní názvov predmetov Science, Integrated Science, používame veľké písmená je, aby sme si nemýlili názvy predmetov s časťami textu, keď hovoríme napríklad o predmetoch prírodných vied,

učebné lány, osnovy či ciele predmetu. Už na základných školách (vek 5-11 rokov) funguje klasický predmet Science – Prírodné vedy, na čo predmet Integrovaných prírodných vied nadväzuje. Na konci roka 2011 tu prebehla rozsiahla reforma, na ktorú sa bližšie pozrieme.

Na Malte boli vydané dva dokumenty pojednávajúce o Integrovaných prírodných vedách a to je sprievodca pre učiteľa a jednotné kurikulum pre celú krajinu. Práve tu sa ukazuje, aká je dôležitá jednotnosť. Aby sme však prešli k samotnej analýze tohto systému, treba povedať, že sa dáva veľký dôraz na elektronické zdroje, používanie internetu a multimediálnych možností, ktoré sa pedagógovi ponúkajú. V samotných učebných plánoch je ku každej téme rozpracovaná celá kapitola o možných zdrojoch, ktoré je vhodné využiť pri vysvetľovaní danej témy. Tieto dokumenty sú natoľko prepracované, že dokonca rozpracúvajú samotné hodiny a aktivity, ktoré sa dajú na nich robiť, činnosti ako je skupinová práca a podobne. S prepojenosťou na sprievodcu pre učiteľa je vidieť, aká hlboká je táto integrácia, pretože zasahuje každý aspekt výchovno-vzdelávacieho procesu. Tieto dva dokumenty, aj sprievodca pre učiteľa²² alebo samotné kurikulum²³, sú vhodné ako inšpirácia pre každú krajinu zaoberajúca sa projektmi týkajúcimi sa integrácie ale i pre každého učiteľa u nás i v zahraničí. Možno tu totiž nájsť množstvo zaujímavých nápadov pre žiakov rôznych vekových kategórií s príslušnými aktivitami rozvíjajúc ich znalosti i schopnosti.

Z hľadiska obsahovej integrácie na seba ročníky nadväzujú plynule a vidieť tu známky všetkých typov integrácií. Je tu aj integrácia okolo centrálnej idey, i spojenie predmetov bez nadväznosti a nakoniec je tu i integrácia, ktorú hľadáme. Ako príklad si zoberieme druhý ročník strednej školy (vek štrnásť), kde je jednou z kapitol Hmota / Látka. Vidíme tu integráciu okolo určitého pojmu, no hmota, resp. látka je tu braná i z hľadísk biológie, chémie i fyziky. Obsahom tejto kapitoly sú organické i anorganické látky, zároveň sem patria procesy ako destilácia, difúzia, no patria sem i segmenty teórie látok, časticovej teórie a nadväzuje sa na deformačné či pružné sily a ich vplyv na látky. Pohľadom na aktivity v metodike vidíme nadväznosť i na vlastnosti kvapalín a plynov a zmenu skupenstva²⁴. Maltská integrácia je tak jednou z dokonalých ukážok fungujúceho školského systému a dôkazom, že integrácia

ktoré obsahujú nejaký integrovaný predmet, hovoríme o integrovanom predmete obsahujúcom nasledovné prírodné vedy s malým písmenom. Ak však hovoríme o predmete, ktorý je integrovaný a má názov Science, budeme písať Prírodné vedy. Presnejší preklad by bol Veda, ale mohol by byť zavádzajúci, podobne ako názov Prírodoveda, ktorý je nesprávny z lingvistického hľadiska. Kompromisom sú teda „Prírodné vedy“.

²² *Handbook for the teaching of Integrated science* [online] [cit. 2011-12-10]. Dostupné na internete:

http://www.curriculum.gov.mt/docs/curric_f1/curric_f1_int_science_handbook.pdf

²³ *Integrated science: Curriculum units* [online] [cit. 2011-12-10]. Dostupné na internete:

http://www.curriculum.gov.mt/secondary_syllabi.htm

²⁴ vid' pozn. 22 a 23.

najvyššej úrovne môže na stredných školách fungovať tak, aby neboli zanedbávané žiadne aspekty výchovno-vzdelávacieho procesu.

Opäť azda najlepším príkladom tohto typu integrácie so vzájomnou nadväznosťou medzi zintegrovanými predmetmi je Veľká Británia. Iste, mohli by sme spomenúť i Írsko či Škótsko, tu je však táto integrácia zmiešaná s prvkami ostatných typov a nevytvára dojem celistvosti a konzistentnosti ako vo Veľkej Británii. Spomínali sme už tri kľúčové fázy, teraz spomenieme tú poslednú, štvrtú.

Kľúčová fáza 4 začína vo veku štrnásť alebo pätnásť rokov a končí ukončením povinného vzdelania vo veku šestnásť až sedemnásť rokov žiaka. Rozdeľuje sa na dva druhy, pretože žiaci si môžu vybrať i doplnkové hodiny Prírodných vied, čomu sa hovorí „double Science“, čiže dvojité Prírodné vedy, pod čím rozumieme dvojnásobne väčšiu dotáciu pre tento predmet. Žiaci vo Veľkej Británii to využívajú hlavne v prípadoch, že chcú i naďalej pokračovať v prírodovednom smerovaní a majú o to vážnejší záujem.

Existujú tak plány a osnovy aj pre normálnu hodinovú dotáciu, i pre dvojnásobnú, ktoré sa líšia pochopiteľne množstvom nového učiva a takisto i náročnosťou²⁵. Krásny príklad integrácie vidíme v tretej kapitole Materiály a ich vlastnosti, kde sa nadväzuje na už nadobudnuté znalosti z predchádzajúcich rokov. V tejto kapitole je viacero podkapitol – Štruktúra atómu – kam patrí i fyzikálna i chemická stránka, i jadrová fyzika i teória častíc, no vždy previazane s tým druhým predmetom. Ak ideme ďalej, v ďalšej podkapitole – Užitočné produkty z organických látok – vidíme opäť previazanosť fyziky a chémie tentokrát i s väčším dôrazom na prax, použiteľnosť i samostatnosť študenta, ktorý musí riešiť zaujímavé situácie týkajúce sa olejov, ropy či destilácie. Na rozdiel od prechádzajúcich fáz tu však konečne vidieť previazanie i s biológiou, keď jednou z ďalších podkapitol sú Reakcie, ktorý poníma o reaktantoch, katalyzátoroch ale hovorí i o enzýmoch a ich použití v biotechnológiách.

Nezabúda sa však ani na rozvíjanie schopností žiaka, ktoré sú súčasťou komplexného procesu. Čo je veľmi dôležité je, že hoci i vo Veľkej Británii existuje viacero druhov učebníc, nadväznosť sa dáva na veľmi vysokú úroveň, a preto neexistuje prípad, v ktorom by sa žiak v priebehu štúdia učil z viacerých druhov učebníc či materiálov. Áno, učebnice sa prispôbujú dobe a vznikajú nové verzie či nové vydania, tu sa však zdôrazňuje úloha pedagóga, ktorý ma dbať práve na nadväznosť i s inými predmetmi mimo prírodných vied,

²⁵ Pasáž o učebných plánoch a osnovách Veľkej Británie spracovaná podľa: Department for Education and Employment. *The National Curriculum for England: Science*. London : DEE. 2004. s.37-57

a teda i humanitných vied. Tieto všetky prepojenia nájde poľahky i v učebných osnovách, kde sú pri každej rozobranej téme.

Najprepracovanejším príkladom typu najvyššieho stupňa integrácie v rámci štátov Európskej Únie je kľúčová fáza 4 vo Veľkej Británii s dvojnásobnou dotáciou hodín pre Prírodné vedy. Hoci kapitoly zostávajú také isté ako pri obyčajnej dotácii, obsah i náročnosť sú na vyššej úrovni a sú rozsiahlejšie. Najlepším príkladom je opäť kapitola o Materiáloch a ich vlastnostiach, ktorá má nasledujúce podkapitoly – Klasifikovanie materiálov, Zmena materiálov a Modely správania. V prvej podkapitole sa poníma podobne ako predtým o štruktúre atómu, ale i väzbe atómov, a teda už sa osnovy neobmedzujú len na fyzikálnu stránku doplnenú chemickou, ale sú tu dve rovnako hodnotné predmety, ktorých previazanosť spôsobuje, že žiaci ich nevnímajú ako dve rozdielne kategórie, ale ako jeden celok, ako integrovaný vzdelávací predmet. Takisto v druhej podkapitole nehovoríme už len o organických látkach, ale hovoríme o využití železa, elektrolyzy, magnetov, elektromagnetizmu, ba dokonca o vplyve atmosféry na planétu či ekosystémy. A nakoniec v tretej podkapitole hovoríme o periodickej tabuľke, chemických reakciách, enzýmoch, biologických procesoch spájajúcich sa s chémiou a nakoniec o vplyve teploty a energie na tieto procesy a reakcie. Možno teda povedať, že spĺňa akési podmienky na to, aby sme to mohli nazvať integrovaným vzdelávacím predmetom. Tieto podmienky nazývame integračnými princípmi alebo formami integrácie a ich príklady a praktickú aplikáciu si ukážeme.

2.2 Analýza foriem integrácie vo vybraných krajinách Európskej Únie

Ako sme si už spomínali v úvodnej kapitole, z iného pohľadu možno integráciu rozdeliť na isté formy a princípy, na ktoré sa viaže a bez ktorých sa len sotva dá hovoriť o integrácii. Tieto integračné princípy, resp. formy integrácie je možné nájsť i v našej analýze typov, kde je mnohokrát cítiť práve akési „pravidlá“, podľa ktorých sa integračný proces riadi. Už vieme, že formy integrácie si delíme na princíp **konsolidácie**, **komasácie** **koncentrácie** a **koordinácie**. Nebolo by správne hovoriť o akýchsi stupňoch alebo o veľkosti pre ten daný typ integrácie, pretože tieto princípy sa odlišujú a pre správny integračný proces je dôležitý každý z nich.

2.2.1 Analýza princípu konsolidácie

Princíp konsolidácie je pomerne jednoduché si predstaviť, keďže ide len o akési vonkajšie integračné úpravy a jeho hodnota skôr spočíva v časovej úprave už integrovaného

predmetu tak, aby vyhovoval pedagógovi i jeho žiakom. Súvislosti možno vidieť práve s prvým typom integrácie, keď konsolidácia napomáha organizovať plán, hodiny i učivo tak, aby za čo najmenší čas bolo možné nadobudnúť čo najviac vedomostí. Pri konsolidácii učiva teda nejde ešte priamo o tvorenie učiva okolo istých pojmov alebo spájanie predmetov, ale skôr o časovú organizáciu učiva a učebných látok do samotných hodín.

Ak by sme teda chceli integrovať predmet akýmkoľvek typom či spôsobom, tento bod by sme nesmeli vynechať. Pri príprave na tvorbu integrovaného textu si totiž vždy musíme ujasniť, čo a ako chceme usporiadať ešte predtým, než vôbec môžeme začať rozmyšľať o tvorení nových predmetov a plánov.

V súvislosti s princípom konsolidácie však vyčnieva istý problém, ktorý môže byť pre pedagóga výzvou, a treba povedať, že istým spôsobom je problémom celého integračného procesu. Žiaci majú tendenciu často vnímať témy, nech sú akokoľvek zaradované a prepojené ako samostatné predmety a len ťažko prijímajú spojenia medzi nimi. Toto je spôsobené práve nesúrodosťou učebných plánov a osnov, množstvom rôznych učebníc a hlavne rozhádzanými témami, ktoré sa v každom ročníku vyučujú v inom poradí a často i veľmi neusporiadane a zdanlivo spolu nesúvisia. Tohto problému sa práve dotýka princíp konsolidácie, keď hovorí, že jedným zo základných pilierov úspešnej integrácie je jednotnosť a systém vzdelávania žiakov, čo znamená v premetnutí do našich slovenských škôl, že ak sa žiak učí v istom poradí fyzikálne pojmy z jednej učebnice, je dôležité zachovať kontinuitu a učebnicu nemeniť a hlavne hľadať logické nadväznosti nielen medzi predmetmi či pojmami, ale hlavne medzi ročníkmi a tak pracovať s už nadobudnutými vedomosťami z predchádzajúcich ročníkov.

Práve kvôli týmto dôvodom je integrácia formou konsolidácie odrazovým bodom, bez ktorého integračný proces nebude mať celistvosť. Takisto však nemožno zostať len pri konsolidácii, pretože takáto integrácia, ktorá by skončila tu, by len ťažko hľadala svoj zmysel v školskom systéme. Isté riešenia možno vidieť práve v zahraničných systémoch, kde je integrácia najsilnejšia a zároveň bezproblémová, pričom žiaci berú prírodné vedy ako jeden celok, ktorý navzájom súvisí. Ideálnym prípadom by tak bolo, ak by sme integrovali čo najskôr, aby sa žiakom nemohlo vyvinúť akési izolované myslenie, neschopné tvoriť mosty medzi predmetmi, pojmami či ročníkmi.

2.2.2 Analýza princípu komasácie

Princíp komasácie je akousi stupňovitou formou princípu konsolidácie, keďže ju posúva ďalej, ako už z teoretickej časti vieme, komasácia je praktickým uplatnením integrácie na hodinové dotácie. Ak pracujeme s integráciou už viacerých predmetov, zjednodušene to

znamená, že ak spojím predmety v jeden predmet, tomuto jednému predmetu zvýšime hodinovú dotáciu na buď súčet hodín spojených predmetov alebo hodiny ešte pridáme. Komásacia je tak súčasťou vonkajšej integrácie.

Pri integrácií formou komasácie je však treba chápať, že nemusí ísť striktno len o trvalé zjednocovanie predmetov a následné zvyšovanie hodinovej dotácie. Môže ísť iba o dočasné zmeny, akými sú projektové či tematické vyučovanie. Pedagogička Rakoušová, ktorá je v Českej republike priekopníkom integrácie, definuje tematické vyučovanie takto: „Tematické vyučovanie je model koordinovania obsahu učiva, pri ktorom dochádza k zámernému vytváraniu multilaterálnych väzieb obsahu výuky.“²⁶ (Rakoušová, 2008). Hoci tu už autorka hovorí o koordinácií, z hľadiska princípu komasácie je takýto typ vyučovania rovnako dôležitý. Tak ako komasácia nadväzuje na konsolidáciu a navzájom nedokážu tieto dve bez seba kompaktno fungovať, tak i ďalšie dva princípy – princíp koncentrácie a koordinácie spolu súvisia.

Ako príklad nám môže poslúžiť niekoľkotýždňové tematické vyučovanie na základnej škole, kde sa dočasne spoja predmety fyzika a biológia. Obsahom učiva by tak bol integrovaný obsah s integrovanými úlohami, ktoré by vkladali jeden predmet do druhého, pričom by tu boli fyzikálne úlohy s biologickým podtextom a naopak. Takýto typ vyučovania nemá časové obmedzenie, preto môže trvať napríklad len jeden deň, týždeň, ale i mesiac.

Ak však vidíme princíp komasácie ako rozdeľovanie hodín do trvalých predmetov, kde sa predmet ako je napríklad Prírodoveda po prvom stupni základnej školy rozvetvuje, no hlavne naopak, ak sa jednotlivé predmety zjednocujú v jeden, v rámci Európskej Únie nájdeme hneď niekoľko príkladov. S obmenami, no formou komasácie funguje systém na Cypre, čiastočne v Estónsku alebo v Taliansku (Liceo scientifico),

V týchto a v istých formách i v ďalších krajinách sa tak predmety zjednocujú trvalo s tým, že hodinová dotácia daná týmto predmetom sa dáva predmetu, ktorý tu vzniká. Treba však povedať, že týchto príkladov vidieť veľa i mimo fyziky, a často sa netýkajú iba prírodných vied. Podobne i tematické vyučovanie, ktoré slúži v mnohých krajinách na tvorbu rôznych projektov z rôznych oblastí nielen prírodných, ale i humanitných vied či umenia.

2.2.3 Analýza princípu koncentrácie

Na vytvorenie komplexného a harmonického celku, kompaktného integrovaného vzdelávacieho predmetu, je potrebné časové usporiadanie i zaradenie tém podľa istého systému, ktorí si zvolíme. Toto sú však len vonkajšie zmeny, ktoré sú len akýmisi

²⁶ Rakoušová, A. Integrace obsahu vyučování v primární škole. Praha : Grada Publishing, 2008. s. 74.

prípravnými fázami na integráciu obsahu, vnútornú, no vždy s dohľadom na celistvosť, jednotnosť a kontinuitu i súvislosti s psychológiou a sociálnymi schopnosťami a cítením. Koncentrácia vkladá do integračného procesu práve jednotnosť a celistvosť, a i keď ešte nie je dokonalá, hovorí o tom, že na problém či úlohu je dôležité dívať sa z viacerých pohľadov a hľadísk. Nadväzuje teda aj na predchádzajúce formy, keď logicky i časovo spája predmety či témy a oblasti.

Práve tu bude vidieť dôležitosť adaptácie pedagóga a flexibilitnosti učiva. Žiaci totiž vedia najlepšie riešiť úlohy, s ktorými sa môžu stotožniť a ktoré sú pre nich poučné i zábavné. Jednoduchým príkladom môže byť hodina fyziky, na ktorej chceme žiakom, resp. študentom prezentovať špeciálnu teóriu relativity a jej dôsledky. Hoci ide o pútavú tému, študenti by len ťažko boli schopní s témou sa stotožniť, keďže len ťažko sa dá predstaviť konkrétny dôsledok v každodennom živote. Zábavná úloha by mohla byť formulovaná i takto – koľko bude z nášho pohľadu zo Zeme trvať vyučovacia hodina na vesmírnej lodi, ktorá sa pohybuje rýchlosťou svetla. Úloha tak prináša hravosť i do náročnej témy a študentov motivuje k jej riešeniu.

Nás však zaujíma, ako uplatniť princíp koncentrácie na úlohy a príklady tak, aby sme žiakov neunudili, práve naopak, aby sme ich motivovali k ďalšiemu poznávaniu. Táto forma integrácie sa dá vnímať i čiastočne, a nie len integrovaným predmetom alebo projektovým či tematickým vyučovaním. Neúplný princíp koncentrácie nájdeme v každej škole, ak si predstavíme istý fyzikálny problém či jav, pričom ak chcem s ním pracovať, musím ovládať isté operácie z matematiky, možno i prácu s tabuľkou prvkov z chémie, zatiaľ čo používam slovenský jazyk a terminológiu i zároveň sa s ním môžem stretnúť na biológii alebo i v bežnom živote. Ak sa pozeráme na mapu Európy, kde sú zaznačené historické udalosti či územia, už len toto je veľké rozvíjanie viacerých aspektov znalostí žiaka, a ak je dané učivo i správne, pútavo a zaujímavovo podané pedagógom, žiak nemá problém si tieto veci spojiť. Ak by teda dostal otázku z dejepisu na nejaký dátum a územie, na ktorom sa to stalo, toto spojenie by dokázal využiť bez toho, aby sa s týmto územím stretol na geografii.

Takisto ak sa na fyzike preberajú prevody jednotiek, táto vedomosť, ak je správne prezentovaná, je využiteľná vo veľkom množstve nielen prírodovedných predmetov. Hlavne je však využiteľná v každodennom živote, kde sa i malý žiak môže poľahky stretnúť s problémom kilometrov a metrov alebo dňov, hodín a sekúnd. Pre pedagóga je teda dôležité si tieto momenty uvedomovať a práve tie elementárne znalosti prezentovať čo najlepšie.

V súvislosti s úlohami však nesmieme zabúdať, že ak sa vrhneme do integrovania, nesmieme použiť témy a pojmy, s ktorými sa žiaci ešte nestretli, resp. ak sa s nimi aj stretli,

nevedia ich popísať či vysvetliť. Zbytočne budeme prezentovať problém princípom koncentrácie z nespočetného množstva hľadísk, ak sa s ním žiaci nemali ako stretnúť. Nemôžeme teda hovoriť o elektrónoch, protónoch a neutrónoch, keď sa žiaci stretli s pojmom atóm len veľmi jednoducho, bez informácie, že sa tu nachádzajú nejaké častice, čo nás privádza k tomu, či žiaci vôbec vedia, čo pojem častica znamená.

Stále však predpokladáme, že sa pozeráme na integrovaný vzdelávací predmet vzniknutý z viacerých iných, alebo sa pozeráme iba na medzipredmetové vzťahy. Nesmieme však zabúdať i na princíp koncentrácie v prvom type integrácie. Ak teda integrujeme v rámci predmetu podľa istých pojmov, či oblastí, nesmieme zabúdať, že sa musíme dívať zo všetkých možných hľadísk. Ak teda hovoríme napríklad o pojme sila, spomenieme, kde všade sa pojem sila nachádza a ako je vnímaný v tej danej oblasti, či už ide o mechaniku, termiku, elektrinu či magnetizmus alebo jadrovú fyziku. Tu by azda bolo prospešné i využitie procesu analógie, ktorý je tak často v našich učebniciach zanedbávaný, hoci práve on by možno pomohol žiakom vidieť súvislosti medzi jednotlivými pojmi i okruhmi. Tu ako najlepší príklad pôsobí okruh elektriny a magnetizmu, ktorý by čiastočnou integráciou formou koncentrácie mnoho mohol získať.

Ak by sme chceli spojiť túto formu s niektorým z typov integrácie, bude to typ druhý, ktorý predmety síce spája, avšak nadväznosť je stále nedokonalá a neúplná, pretože predmety iba spájame, no nevytvárame multilaterálne vzťahy. Práve preto je princíp koncentrácie tým medzistupňom vedúcim k maximálnej možnej integrácií, celkovej a komplexnej, zároveň však zmysluplnej.

2.2.4 Analýza princípu koordinácie

Hoci nám princíp koncentrácie priblížil obsahovú integráciu, stále sa tu stretávame s výrazmi ako neúplný alebo čiastočný. Formy integrácie sa navzájom dopĺňajú a ich vyvrcholením je princíp koordinácie, ktorý spája predmety či témy nielen obsahovo a medzipredmetne, ale i koordinuje súčinnosť s učebnými cieľmi výchovno-vzdelávacieho procesu jednotne a celistvo. Je teda najvyšším stupňom integrácie, bez ohľadu na delenie na formy a typy, a jeho vplyv na žiaka, pokiaľ je realizovaná správne, je veľmi pozitívny. Formuje sa tak nielen jeho vedomostná stránka, ale i jeho postoje či intelekt. Integrácia formou koordinácie je tak spojením obsahového, didaktického i psychologického aspektu integrácie.

Tak ako pri ostatných formách, dôraz musíme klásať na realitu, prirodzenosť a každodenné situácie, nie však iba v škole, ale i v mimoškolskom prostredí tak, aby keď sa

žiak stretol s problémovou situáciou týkajúcou sa prírodných vied či fyziky samotnej mimo školy, aby nebol len schopný odrapotať niekoľko vzťahov, ale aby vedel znalosti aplikovať konsolidovane a koncentrovane, aby tento problém dokázal zaradiť a aby bol schopný riešiť ho z viacerých hľadísk. To sa však žiak sám od seba nenaučí a rozhodne nejde o proces, ktorý by prebehol zo dňa na deň. O komplexnosti integračného procesu sme hovorili už neraz, a práve tu, pri jeho najvyššom stupni musíme brať do úvahy všetky faktory ovplyvňujúce žiaka hlavne z pohľadu pedagóga, ktorý žiaka ovplyvňuje každý deň nielen vzdelávaním ale i výchovou. Ak však jedna časť tohto procesu nie je robená správne, často to má na žiaka opačný účinok a vzniká apatia či averzia voči danému predmetu.

Pohľadom na Európsku Úniu i na našu analýzu typov integrácie, princíp koordinácie sa využíva všade tam, kde vytvárame medzipredmetové vzťahy, a teda nielen predmety spájame, ale na ne i nadväzujeme navzájom. Tretí typ integrácie, s ktorým sme sa stretli napríklad vo Veľkej Británii je toho príkladom. Spája sa tu psychológia s didaktikou i odbornosťou, no vždy s kontinuitou v rámci ročníka i medzi ročníkmi, v rámci učebníc i cieľov. Nie je to teda žiadna hra na náhodu schovávajúca sa za rúško prázdnych hesiel o striktnosti a nedemokratickosti v oblasti vzdelávania. Práve naopak, je to podrobne prepracovaný systém, ktorý napomáha pedagógovi dosiahnuť čo najlepšie výsledky a ktorý zároveň napomáha žiakom plne rozvinúť svoje schopnosti a potenciál.

Samozrejme, je tu ešte mnoho ďalších faktorov, ktoré môžeme, i keď nemusíme zohľadniť pri integrovaní formou koordinácie. Nesmieme zabúdať na to, že žiaci pochádzajú z rôznych prostredí a i školy sa nachádzajú v rôznych prostrediach, v meste i na vidieku, a preto je možné učivo, úlohy i problémy predostrieť vzhľadom na kultúru či regionálne prostredie, čo je často problematické pri jednotných učebniciach, podobne ako aktuálnosť úloh, ktoré možno síce boli pred desiatimi rokmi zaujímavé, dnes však už žiakom hovoria len veľmi málo.

Pohľadom na britské učebné osnovy i plány, bez ohľadu na to, o ktorej kľúčovej fáze hovoríme, sa pedagógovi veľmi zdôrazňuje motivácia žiakov, nie však tá negatívna - strachom, ale práve tá pozitívna. Treba vnímať žiacku potrebu sebarealizácie i sebahodnotenia, tak isto ako i tenkú hranu medzi dobrým a zlým vzťahom žiaka k predmetu. Pedagógova úloha tak určite nekončí len pri motivácií žiaka k pozornosti na hodine, ale práve pri motivácií ďalšieho poznávania. Britské i maltské metodiky zhodne uvádzajú mnohé IKT pomôcky, multimediálne súbory, Java aplety a všeobecne použitie moderných technológií na hodinách či použitie Internetu a počítača. Pedagóg tak musí byť vnímavý na všetky potreby žiaka, a to v prípade, že učí integrovaný vzdelávací predmet zložený z viacerých predtým

samostatných predmetov nie je ľahká úloha. To, či sú, resp. či by boli pedagógovia pripravení na takúto úlohu však nezistíme z analýzy školskými systémov, či učebných plánov a osnov.

3 Energia

V úvode našej práce sme definovali pojmy integrácia a medzipredmetové vzťahy. Ako naša práca postupovala ďalej, hľadali sme v zahraničných zdrojoch rôzne alternatívy a pohľady na tieto pojmy a ich implementáciu do učebníc, učebných príručiek a textov. Analyzovali integračné princípy vo vyučovaní fyziky alebo integrovaných prírodných vied. V tejto kapitole vytvoríme učebný text využívajúci integračné princípy, ktorý by bol využiteľný na stredných školách a gymnáziách.

Učebný text, ktorý budeme vytvárať, sa bude týkať pojmu energia a zmene energie so snahou vytvárať spojenia medzi jednotlivými oblasťami fyziky, biológie a chémie. Ako už vieme, integráciu delíme na tri typy – integrácia v rámci predmetu, spojených predmetov a vytvorenie integrovaného vzdelávacieho predmetu. Predložený učebný text integruje učivo o energii v rámci predmetu spájaním zdanlivo nesúvisiacich informácií na základe dvoch základných filozofií. Tou prvou je zmena energie ako dôsledok silového pôsobenia a konania práce. Druhou sú zákony zachovania energia naprieč širokým spektrom fyzikálnych javov. V predchádzajúcich kapitolách sme hovorili o dôležitosti celistvosti informácií podávaných žiakom, a práve toto je cesta, ako znalosti žiakov z viacerých oblastí či predmetov nerozbíjať, ale práve naopak. Do učebného textu sme pridali aj učivo z biológie a chémie týkajúcej sa energie. Cez energiu fotónu, jadrovú energiu a fotochemické reakcie je možné hľadať súvislosti a koordinovať tok informácií predávaných študentovi s väčším dôrazom na vzájomnú prepojenosť.

V našom učebnom texte využívame predstavené a analyzované integračné princípy. Zatiaľ čo prvé dva princípy – konsolidácia a komasácia – sú plne v réžii pedagógov a samotných škôl, zvyšné dva princípy sú kľúčové pre tvorbu vhodného integrovaného učebného textu. Princíp koncentrácie hovorí, že učivo (podľa toho, ktorý typ integrácie aplikujem) je potrebné integrovať len okolo konkrétneho pojmu, resp. pojmov tak, aby týchto pojmov nebolo veľa, a aby sa zahrnuli všetky informácie, ktoré chcem žiakom odovzdať, týkajúce sa tohto pojmu. V našom prípade je to pojem energia. Naš integrovaný učebný text, by mohol obsahovať všetky oblasti, ktoré obsahujú pojem energia (elektrina a magnetizmus, oscilátory,...). To však nie je našim cieľom. Naším cieľom je vytvoriť ukážku textu, ktorý by mohol slúžiť ako učebný text vytvorený pomocou integračných princíпов. Princíp koordinácie súvisí aj s inými faktormi, ako sú výchovno-vzdelávacie ciele, či integrácia z pohľadu psychológie alebo didaktiky. Túto formu sme realizovali práve hľadaním prienikov medzi predmetmi a medzi jednotlivými oblasťami. Podobne ako máme množstvo rôznych

učebníc a pohľadov na tvorbu učebníc na Slovensku, aj na tvorbu integrovaných učebných textov, príručiek a učebníc existuje viacero pohľadov. Náš učebný text je jedným z nich, je jednou z možností, ako konkrétne integrovať. Preto pri jeho čítaní sústreďujeme sa na pozitíva integrácie – systematickosť, celistvosť, zrozumiteľnosť a medzipredmetové vzťahy.

3.1 Energia okolo nás

V našej každodennej existencii či pri bežných situáciách v živote sa stretávame s problémami, ktoré sú často náročnejšie, ako sme predpokladali. V prírodných vedách i vo fyzike tiež nachádzame množstvo takýchto situácií, keď nám nestačia len základné zákony a pojmy na to, aby sme vyjadrili všetko to, čo potrebujeme. Takisto sa stáva, že keď aj vieme pojem pomenovať a vymedziť, nevieme ho bližšie definovať a využiť v praxi.

V tejto kapitole sa budeme zaoberať pojmom **energia**. Určite tento výraz používame a v mysli sa nám istotne vynoria mnohé javy, s ktorými sme sa už niekde stretli. Tento pojem môžeme spojiť s množstvom iných pojmov – od elektrární, cez palivá či ropu, skrz elektrinu až po relativitu. Vieme však, čo slovíčko energia vyjadruje? Vieme ho definovať? Vieme, čo energia je?

Pojem energia, jedna z kľúčových veličín nielen mechaniky, ale celej fyziky, je veľmi široký. Slovo energia používame v bežnej reči úplne samozrejme a do značnej miery aj voľne. Ak by sme chceli fyziku rozdeliť na niekoľko logických sekcií, energia by sa vyskytovala všade. Poznáme energiu mechanickú súvisiacu s pohybom (a pokojom), či tiažou; energiu vnútornú viažucu sa na procesy vnútri telesa, na teplo a termodynamické procesy. Poznáme energiu elektrickú i energiu elektromagnetického poľa. V obmenách nachádzame energiu i pri kmitoch či vlnách, ako energiu oscilátorov. Vo fyzike mikrosвета pracujeme s energiou jadrovou, s ktorou pracuje i chémia. V rámci fotochemických reakcií a všeobecne v celej chémii tiež nájdeme príklady ako napr. väzbová energia a spolu s chémiou sa energia vyskytuje i v biológii ako súčasť procesov a reakcií nevyhnutných na prežitie. Definovať energiu teda vôbec nie je ľahké.

Z logického hľadiska je jasné, že pojem energia sa spája so zmenou, výmenou či prenosom. Energia telesa musí mať jednu prirodzenú vlastnosť – bude sa meniť pri interakcií telesa s okolím. Takisto sa bude meniť i energia okolia. Prenos energie medzi akoukoľvek fyzikálnou sústavou a jej okolím môže byť spôsobený silovým pôsobením alebo tepelnou výmenou pri rôznych dejoch, ktoré môžu v sústave prebiehať.

Na samom začiatku sa uspokojíme s hrubou a neúplnou charakteristikou pojmu energie: **Energia** je veličina, ktorej hodnota je určená stavom fyzikálnej sústavy.

Môže byť vyjadrená prostredníctvom rôznych iných veličín. Základnou vlastnosťou energie je súvis s prácou, ktorú vykonajú na sústave sily predstavujúce spomínanú interakciu s okolím. Matematicky je tento súvis vyjadrený vzťahom

$$\Delta E = W.$$

Uvedený vzťah znamená, že zmena energie sústavy (telesa) je rovná vykonanej práci na sústave.

3.1.1 Práca

Všímajme si teraz deje, ktoré súvisia so silovým pôsobením. Ak pôsobíme na teleso určitou silou, tak jeho rýchlosť sa mení. V takýchto prípadoch hovoríme, že **sila koná na časticu (teleso) prácu W** .

Ak je smer pohybu telesa, na ktoré pôsobí sila F , zhodný so smerom pôsobenia sily, môžeme definovať prácu takto:

$$W = F \cdot \Delta r,$$

kde Δr je veľkosť posunutia, ktoré teleso prejde ako dôsledok pôsobenia sily veľkosti F . Ak sa však smer sily a pohybu nezhodujú, môžeme napísať:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{\Delta r} = F \cdot \Delta r \cdot \cos \alpha,$$

kde α je uhol, ktorý tieto dva vektory spolu zvierajú. Ak by sila nebola konštantná, potom:

$$W = \int_1^2 \vec{F} d\vec{r},$$

Jednotkou práce je *joule* (J).

Ak by na teleso pôsobilo viac síl než jedna, pričom tieto sily sa nemenia, potom platí:

$$W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \vec{F}_1 \cdot \vec{\Delta r} + \vec{F}_2 \cdot \vec{\Delta r} + \dots + \vec{F}_n \cdot \vec{\Delta r} = \left(\sum_{j=1}^n \vec{F}_j \right) \cdot \vec{\Delta r}.$$

3.1.2 Kinetická energia

Ak na voľný hmotný bod **pôsobí sila**, urýchľuje ho, mení jeho rýchlosť, alebo mení smer rýchlosti. V prípade, že pôsobiaca sila \vec{F} má smer rýchlosti častice (hmotného bodu), tak i zrýchlenie, ktoré sila častici udelí, má rovnaký smer ako sila spôsobujúca toto zrýchlenie. Preto môžeme napísať:

$$\begin{aligned}
W &= \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} m\vec{a} \cdot d\vec{r} = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} m \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot d\vec{r} = \int_{\vec{v}_1}^{\vec{v}_2} m \frac{d\vec{r}}{dt} \cdot d\vec{v} = \int_{\vec{v}_1}^{\vec{v}_2} m\vec{v} \cdot d\vec{v} = \\
&= \int_{v_1}^{v_2} mv \, dv = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2
\end{aligned}$$

Výraz $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ spĺňa požiadavku definície, má význam energie a nazýva sa kinetická energia E_k . *Kinetická energia* E_k súvisí s pohybovým stavom častice či telesa. Ak sa pohybuje teleso rýchlejšie, jeho kinetická energia je väčšia.

Túto definíciu môžeme použiť i pre teleso nezanedbateľných rozmerov, pokiaľ teleso koná posuvný, resp. translačný pohyb. Tento vzťah neplatí pre rotujúce či deformujúce sa teleso. Z tohto hľadiska sa takéto teleso chová ako častica. Jednotkou kinetickej energie je *joule* (J).

3.1.3 Vzťah práce a kinetickej energie

Pokúsme sa teraz sformulovať vzťah medzi prácou, ktorú vykonala sila na telese, a zmenou jeho kinetickej energie. Už vieme, že ak sa mení veľkosť rýchlosti častice (telesa), mení sa i jeho kinetická energia. Ku zmene rýchlosti však nemôže prísť inak ako pôsobením sily. Preto je úplne prirodzené a logické povedať, že zmena kinetickej energie častice (telesa) ΔE_k sa rovná práci W vykonanej silou F .

Ak si vyjadríme počiatočnú kinetickú energiu telesa ako $E_{k1} = \frac{1}{2}mv_1^2$, kde v_1 je počiatočná rýchlosť, a výslednú kinetickú energiu ako $E_{k2} = \frac{1}{2}mv_2^2$, potom platí:

$$\Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} = W.$$

Pozrime sa na posledný vzťah v predchádzajúcej podkapitole a môžeme vyjadriť tieto vzťahy v jednej vete. **Zmena kinetickej energie hmotného bodu sa rovná práci vykonanej výslednicou pôsobiacich síl pri premiestnení hmotného bodu z počiatočnej polohy do konečnej polohy.**

Tieto vzťahy však nemusia platiť, pokiaľ sa vplyvom pôsobiacej sily mení i energia telesa iného typu než kinetická.

Kvantitatívne možno napísať vzťah pre prácu:

$$W = k(E_2 - E_1),$$

kde W predstavuje sústave dodanú prácu, energie E_2 a E_1 predstavujú konečný a začiatkový stav a k je konštanta, ktorá závisí od voľby jednotiek práce a energie.

Predtým ako sa začneme venovať potenciálu a potenciálnej energii, musíme ukázať ešte jeden prípad, ktorý sme pri kinetickej energii nespomenuli. V našich doterajších úvahách pracujeme s predpokladom, že teleso koná iba pohyb posuvný. K akým zmenám príde, ak by konalo teleso pohyb otáčavý?

Pre energiu sústavy hmotných bodov platí, že sa rovná súčtu kinetických energií jednotlivých bodov, to znamená

$$E_k = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} m_i v_i^2.$$

Pri otáčavých (rotačných) pohyboch si môžeme rýchlosť tohto rotačného pohybu vyjadriť ako $v = \omega r$, z čoho po dosadení dostaneme zjednodušene

$$E_k = \frac{1}{2} \omega^2 \sum_{i=1}^n m_i r_i^2,$$

kde ω je uhlová rýchlosť otáčavého pohybu a r je polomer kružnice pre daný hmotný bod. Výraz, ktorý sčítujeme (za \sum) nazývame **momentom zotrvačnosti J** . Jednotkou je $\text{kg}\cdot\text{m}^2$.

Kinetická energia pri otáčavom (rotačnom) pohybe je:

$$E_k = \frac{1}{2} J \omega^2.$$

Ak by teleso konalo zároveň posuvný a otáčavý pohyb, potom jeho kinetická energia je:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} \omega^2 \sum_{i=1}^n m_i r_i^2 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} J \omega^2.$$

3.1.4 Potenciálna energia

V predchádzajúcich podkapitolách sme sa presvedčili, že zmeny kinetickej energie súvisia priamo so silami, ktorými na časticu pôsobí jej okolie. Zmena kinetickej energie častice je totiž rovná výslednej práci týchto síl.

Uvažujme jablko vrhnuté zvislo nahor. Zanedbajme otáčanie Zeme okolo Slnka i rotáciu okolo jeho vlastnej osi a berme do úvahy takú inerciálnu sústavu, kde sú obe telesá – Zem i jablko – spočiatku v pokoji. Dvíhame jablko s hmotnosťou m nachádzajúce sa v tiažovom poli Zeme zo začiatkovej polohy, ktorej zodpovedá výšková súradnica h_1 do

konečnej polohy s výškovou súradnicou h_2 . Tiaž \vec{G} ($=m \cdot g$) smeruje nadol, zatiaľ čo sila \vec{F} , ktorou dvíhame teleso, má rovnakú veľkosť, ale smeruje nahor. Prácu na zodvihnutie telesa si môžeme vyjadriť ako:

$$W = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} -m\vec{g} \cdot d\vec{r} = -mg \int_{h_1}^{h_2} dr = -mg(h_2 - h_1) = mgh_1 - mgh_2 = \\ = E_{p1} - E_{p2}.$$

Výraz

$$E_p = mgh$$

spĺňa definíciu energie, vyjadruje súvis energie sústavy s polohou hmotného bodu vo vzťažnej sústave, a preto hovoríme o polohovej, resp. **potenciálnej energii**. Ak sa mení poloha sústavy, mení sa i jej potenciálna energia.

Vykonaná práca sa rovná rozdielu hodnôt potenciálnej energie telesa v dvoch polohách. Túto prácu vykonala tzv. **vonkajšia sila pôsobiaca** na teleso (nie sila tiažového poľa!).

Pre vzájomný vzťah **tiažovej potenciálnej energie** a práce platí:

$$W = -\Delta E_p.$$

Možno si to predstaviť ako vyberanie peňazí z banky (znižovanie potenciálnej energie) a ich míňanie na svoje účely („plusová“ kladná práca).

Práca tiažovej sily a potenciálna energia nezávisí od tvaru trajektórie ani od dĺžky dráhy, ale iba od **dosiahnutej výšky** h .

Uvažujme hmotný bod s hmotnosťou M , ktorý je zdrojom gravitačného poľa. Vo vzdialenosti r od neho je hmotný bod s hmotnosťou m . Nie je však ani vo vzduchu ani sa nehýbe. Má takýto bod nejakú energiu?

Vieme, že na teleso pôsobí príťažlivá sila. Ak teda chceme hmotný bod m premiestniť zo vzdialenosti r_1 do vzdialenosti r_2 , musíme prekonávať príťažlivú silu minimálne rovnakou silou opačného smeru. Pri tom vykonáme prácu.

Matematickou úpravou vzťahu pre príťažlivú silu $F = -G \frac{M \cdot m}{r^2}$, kde G je gravitačná konštanta, dostávame vzťah pre prácu $W = -GMm \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$. Opäť vidíme, že práca nezávisí od

trajektórie, ale od začiatkovej a konečnej polohy prenášaného hmotného bodu. K čomu sa však touto úvahou chceme dostať?

Dôležitým pojmom, ktorý vystupuje v gravitačnom, resp. tiažovom poli je **potenciál**. V obmenách sa s ním stretávame aj v iných oblastiach fyziky. Tu ho definujeme ako **podiel potenciálnej energie hmotného bodu v danom mieste a hmotnosti tohto hmotného bodu**.

$$\varphi = \frac{E_p}{m}.$$

S použitím prechádzajúcich rovníc

$$\varphi = -G \frac{M}{r},$$

$$\varphi = -G \sum_{k=1}^n \frac{M_k}{r_k}.$$

Spätnou logikou a aplikovaním vzťahu pre prácu nachádzame súvis medzi prácou a potenciálom ako $W = m(\varphi_1 - \varphi_2)$, čo znamená, že ak sa potenciály rovnajú (ekvipotenciálna plocha), výsledná práca bude nulová. Príkladom takéhoto prípadu je obiehajúce hmotného bodu okolo zdroja po uzavretej trajektórii, napr. planéty obiehajúce okolo Slnka.

V súvislosti s potenciálnou energiou hovoríme i o tom, čo sa stane, keď je teleso, napríklad pružina pružne deformované. Ak takáto pružina prichádza k prekážke alebo sa natiahne na maximum, prechádza k transformácií medzi kinetickou a potenciálnou energiou. Takúto potenciálnu energiu získavanú pri pružnej deformácii nazývame **potenciálnou energiou pružnosti** alebo **elastickou (pružnou) potenciálnou energiou**.

Táto potenciálna energia závisí od toho, nakoľko je pružina stlačená alebo natiahnutá, a od jej „stlačiteľnosti“ či „pružnosti“.

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2.$$

Písmenko k vyjadruje **tuhosť** pružiny („pružnosť“, „stlačiteľnosť“) a x vyjadruje predĺženie, o koľko je pružina v danom momente stlačená či natiahnutá.

3.1.5 Zákon zachovania mechanickej energie

Ak na mechanickú sústavu nepôsobia vonkajšie sily, a sústava nepôsobí silami na okolité telesá (zákon akcie a reakcie), sústave sa nedodáva, ani sa z nej neodoberá práca. Keďže zmena energie je dôsledkom vykonanej práce, na ktorú je potrebné silové pôsobenie na sústavu, *energia sústavy sa v takomto prípade nemení*. Je to formulácia zákona zachovania energie mechanickej sústavy.

Avšak uvažujme jablko padajúce voľným pádom z polohy h_2 do polohy h_1 . Jeho potenciálna energia sa zmení z $E_{p2} = mgh_2$ na $E_{p1} = mgh_1$. Kinetická energia v hornej polohe je nulová ($E_{k2} = 0$) a v dolnej polohe $E_{k1} = \frac{1}{2}mv_1^2$. Z kinematiky už vieme, že $v_1 = \sqrt{2g(h_2 - h_1)}$, z čoho vyplýva, že $E_{k1} = mg(h_2 - h_1)$.

Vidíme, že úbytok potenciálnej energie $E_{p2} - E_{p1} = mg(h_2 - h_1)$ je rovný prírastku kinetickej energie $E_{k1} - E_{k2} = mg(h_2 - h_1)$.

$$E_{p2} - E_{p1} = E_{k1} - E_{k2}$$

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$

Slovne môžeme zákon zachovania mechanickej energie vyjadriť takto: **Súčet kinetickej a potenciálnej energie hmotného bodu je v každom bode trajektórie (alebo v každom čase) konštantný**. Z tohto vyplýva ďalšia matematická formulácia

$$\frac{d(E_k + E_p)}{dt} = 0.$$

Zákon zachovania mechanickej energie nemôžeme používať v prípadoch, keď na hmotný bod pôsobí sila trenia. Tu sa premieňa kinetická energia na teplo, ktoré sa rozptyľuje do okolia.

Kedysi sa nechali eskimáci z Aljašky vyhadzovať do vzduchu napnutou plachtou, aby dovideli čo najďalej. V dnešnej dobe sa to robí už len pre zábavu. Všimnime si, čo sa pri takomto pohybe deje, Pri vzostupe klesá kinetická energia človeka vzhľadom k Zemi a raste tiažová potenciálna energia sústavy človek + Zem. Maximálna výška výstupu tak zodpovedá situácií, kde je kinetická energia rovná nule. Behom pádu sa sled energetických zmien obracia – kinetická energia rastie na úkor potenciálnej. Preto môžeme napísať aj takýto tvar zákona zachovania mechanickej energie:

$$\Delta E = \Delta E_k + \Delta E_p = 0.$$

3.1.6 Vnútoraná energia

Medzi základné pojmy, o ktoré sme sa opierali, patrili pohyb, poloha či tiaž. Javy, ako bol skok plavca do vody či jednoduchý posuvný pohyb valca, sú javy, ktoré sú ľahko predstaviteľné. Poďme sa však pozrieť do väčšej hĺbky, do vnútra telies a nakoniec i do samotných častíc.

Pod pojmom **vnútoraná energia telesa** chápeme energiu vyplývajúcu zo vzájomných vnútorných interakcií medzi časticami alebo telesami izolovanej sústavy. Môžeme sa s ňou stretnúť pri tuhom telese či plynoch. V prípadoch, ktoré sme videli pri mechanickej energii rozumieme vnútornú energiu ako súčet potenciálnej a kinetickej energie všetkých častíc telesa.

$$U = E_k + E_p.$$

Celková vnútoraná energia sústavy je súčet celkovej kinetickej energie neusporiadane sa pohybujúcich častíc a celkovej potenciálnej energie vzájomnej polohy týchto častíc.

Vnútoraná energia tak závisí len od stavu, ktorý je daný stavovými veličinami, ale nezávisí od toho, ako sa do tohto stavu dostala.

Spomenieme si pár príkladov, kedy sa **vnútoraná energia mení**. Keďže z predchádzajúcich definícií vieme, čomu sa rovná celková vnútoraná energia sústavy, resp. telesa, vieme povedať, čo sa stane ak sa zmení niektorá z premenných v tejto definícii. Príkladom môže byť *ohrievanie telesa*. Pri ohriatí sa zvyšuje rýchlosť častíc a zvýši sa tak ich celková pohybová energia, čo vedie k zmene vnútornej energie. Zisťujeme tak dôležitý poznatok - pri zvýšení teploty telesa sa zväčšuje aj jeho vnútoraná energia.

Možno hovoriť i o zmene vnútornej energie **pri tepelnej výmene**. Ak si zalievame čaj, ohrievame si vodu a následne ju nalejeme do hrnčeka, ktorého teplota je istotne nižšia ako teplota ohriatej vody. Po naliatí vody do hrnčeka prichádza k tepelnej výmene a mení sa teplota, až kým sa neustáli. A ako vieme, pri zmene teploty sa mení aj vnútoraná energia vody aj hrnčeka. Forma takejto vnútornej energie, ktorú teleso prijme alebo odovzdá sa nazýva **teplo**. Označujeme ho Q a jednotkou je *joule* (J).

Pri tepelnej výmene nám vystupujú tri základné veličiny – práca, teplo a energia. Hoci hodnoty práce a tepla závisia od povahy procesu, jedna vec zostáva nemenná. Rozdiel $Q-W$ zostáva taký istý pri všetkých dejoch. Závisí len od počiatočného a konečného stavu a vôbec

nezávisí od samotného vývoja sústavy. Už vieme, že pri tepelnej výmene prichádza k zmene vnútornej energie, a môžeme napísať

$$\Delta U = U_2 - U_1 = Q - W,$$

kde jednotlivé vnútorné energie definujú konečný a začiatkový stav sústavy. Tento vzťah vyjadruje **prvý zákon termodynamiky**. Rovnicu môžeme prepísať i do tvaru:

$$dU = dQ - dW,$$

kde dU je zmena vnútornej energie sústavy pri dodaní malého množstva dQ tepla a vykonaním malého množstva práce dW sústavou.

Táto rovnica je vyjadrením **zákona zachovania energie**. Hovorí, že ak sústave okolie dodá teplo Q , vnútorná energia vzrastie a ak vykoná sústava prácu W , vnútorná energia klesne.

3.1.7 Zákon zachovania energie

Predstavme si teraz kocku, ktorá sa kĺže po dokonale hladkom vodorovnom povrchu. Sústavu tvorenú samotnou kockou môžeme považovať za izolovanú v tom zmysle, že žiadna zo síl, ktorá na ňu pôsobí (tiažová sila a tlaková sila podložky), nekoná prácu. Na túto jednoduchú sústavu môžeme aplikovať zákon zachovania energie – celková energia kocky je rovnaká, nemení sa.

Teraz si predstavme kocku, ktorá sa kĺže po povrchu, ktorý nie je dokonale hladký. Tentokrát však táto sústava nie je izolovaná. Dynamická trecia sila, ktorá na kocku pôsobí, je z hľadiska sústavy vonkajšou silou, a preto sa energia sústavy nezachováva.

Túto sústavu môžeme rozšíriť tak, že do nej zahrnieme kocku, ale aj podložku pevne spojenú so Zemou. V tejto sústave sú trecie sily už silami vnútornými, sústava je izolovaná a jej celková energia sa nemení.

V prípade kocky pohybujúcej sa po vodorovnom povrchu zahŕňa mechanická energia iba energiu kinetickú. Zmena kinetickej energie (viazaná na treciu silu a prejdenú dráhu), resp. jej úbytok prispeje ku zvýšeniu vnútornej energie kocky a podložky (obidve sa zahrejú). Zmena vnútornej energie sústavy je teda rovná:

$$\Delta U = -\Delta E_k,$$

odkiaľ

$$\Delta E_k + \Delta U = 0.$$

A tak aj keď sa mechanická energia kocky nezachováva, je súčet jej mechanickej energie a vnútornej energie sústavy kocka + podložka konštantný.

Tento vzťah možno ešte upraviť v tvare

$$\Delta E_{celková} = \Delta E_k + \Delta U = 0,$$

a nazývame ho **zákonom zachovania energie**. V rozšírenom tvare, kde v sústave prebiehajú deje, pri ktorých sa mení i energia potenciálna, môžeme napísať konečný tvar:

$$\Delta E_{celková} = \Delta E_k + \Delta E_p + \Delta U = 0.$$

V izolovanej sústave môže dochádzať ku zmenám všetkých typov energie, ktoré možno pridelit' sústave. Celková energia sa však nemení.

3.1.8 Energetický metabolizmus

Pojmy energia, vnútorná energia a zmeny vnútornej energie nie sú pojmami týkajúcimi sa iba fyziky. Energia hrá kľúčovú úlohu i pri živých organizmoch a fungovaní prírody ako takej.

V živých organizmoch neustále prebieha látková premena - **metabolizmus**. V každom okamihu sa v bunke uskutoční niekoľko tisíc chemických reakcií. Proces látkovej premeny môže byť **katabolický** alebo **anabolický**. Pri katabolických aj anabolických procesoch sú chemické zmeny spojené s energetickými zmenami, preto hovoríme o **energetickom metabolizme**. Bunka na to, aby si zabezpečila životné funkcie, potrebuje energiu – pričom dokáže využiť iba energiu, ktorá je viazaná v chemických väzbách organických molekúl.

Energia vytvorená pri katabolickom deji sa uchováva a potom ďalej odovzdáva pri anabolických dejoch. Odovzdávanie energie sa uskutočňuje prostredníctvom zlúčenín, ktoré majú vo svojich väzbách uloženú veľa energie. Najdôležitejším prenášačom energie v bunke je **adenozíntrifosfát – ATP** (adenín – dusíkatá báza, ribóza – cukor, tri zvyšky kyseliny fosforečnej).

ATP v sebe **uskladňuje a prenáša energiu**, preto je univerzálny prenášač energie v bunke. ATP sa neustále tvorí podľa potreby v mitochondriách v procese fosforilácie. Premena ATP (adenozíntrifosfátu) na ADP (adenozíndifosfát) t.j. spotreba energie sa uskutočňuje na rôznych miestach bunky. Pri štiepení ATP na ADP sa uvoľňuje **voľná energia, ktorá sa využije na pohyb, rozmnožovanie či udržanie teploty a teplo, teda energia, ktorá vyžaruje do okolia.**

Azda najznámejším biologickým procesom spojeným so zmenou energie je **fotosyntéza**. Fotosyntéza je jedinečný dej na Zemi, ktorého výsledkom je produkcia organických látok a kyslíka procesom viazania slnečnej energie a jej premeny na energiu

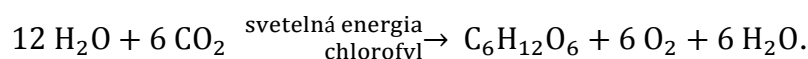
chemických väzieb. Fotosyntéza je prvý a najdôležitejší proces premeny energie slnečného žiarenia na chemickú energiu.

Priebeh fotosyntézy sa rozdeľuje na dve etapy. Z hľadiska energie je kľúčová prvá fáza, často nazývaná aj fotochemická. Jej podstatou je premena slnečnej energie na energiu chemických väzieb. Proces absorpcie fotónov chlorofylom a následný transport elektrónov spojených s tvorbou zlúčenín (ATP) sa nazýva **fotofosforylácia**, ktorá môže byť cyklická alebo necyklická.

Cyklus cyklickej fotofosforylácie začína pohltením svetelnej energie molekulou chlorofylu. Z chlorofylu sa uvoľnia dva elektróny, ktoré zachytí primárny akceptor oxidačno–redukčný enzým – ferredoxín (FRS). Z neho sa elektróny prenášajú späť na chlorofyl reťazou oxidačno–redukčných enzýmov. Energia, ktorá sa pritom vyžiarí dá vzniku fosfátových väzieb v molekule ATP, keďže väzbová energia je energia, ktorá chýba, aby časti k sebe ňou viazané, boli voľné.

Výsledkom primárnych procesov je tvorba NADPH + H⁺ (enzým - prenášač vodíka), ATP (energeticky bohatá látka) a O₂. Vazbová energia je nedostatkom energie, preto sa nemôže vytvárať z energie fotónov, ktorá je kladná. Pri fotosyntéze sa menia silnejšie chemické väzby na slabšie chemické väzby. Na to sa **spotrebúva** energia absorbovaného fotónu. Až dôjde k spätnej zmene slabých chemických väzieb na silné (napr. pri oxidácii), energia absorbovaného fotónu sa **uvoľní**.

Zjednodušene môžeme rovnicu fotosyntézy napísať takto:



Ako vidíme, na otázky energie, jej výskytu pri procesoch v prírode i všade okolo nás, sa netýkajú len fyziky, ale dotýkajú sa všetkých prírodných vied.

3.1.9 Fotochemické reakcie

Svetelné žiarenie vyvoláva alebo urýchľuje celý rad chemických reakcií (asimilácia uhlíka rastlinami, blednutie farieb na svetle, fotografický proces). Tieto reakcie sa nazývajú **fotochemické**. Naopak, mnohé chemické reakcie sú sprevádzané vysielaním svetla. Procesmi, pri ktorých sa mení svetelná energia na chemickú a naopak, sa zaoberá **fotochémia**.

Akú úlohu zohráva vo fotochémií energia? Skúsme sa pozrieť na sprievodné procesy fyzikálne.

Svetelné žiarenie je tok fotónov, z ktorých každý má energiu $E = hf$, kde h je Planckova konštanta ($6,6256 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$) a f je frekvencia svetla. Molekuly sú fotochemicky aktívne, ak majú fotóny dostatočnú energiu, aby boli absorbované. V závislosti od vlastností príslušnej molekuly a veľkosti absorbovanej energie prebehne niektorý z primárnych fotochemických procesov – fluorescencia, fotodisociácia, zhášanie, chemická reakcia alebo prenos energie.

Získanú energiu môže molekula **vyžiariť** (fluorescencia), **odovzdať** pri kolíziách okolitým nezávislým molekulám, v ovzduší najpravdepodobnejšie molekulám N_2 (zhášanie), **preniesť** na inú molekulu, v prípade, že absorbovaná energia fotónu je väčšia ako väzbové sily v molekule, dochádza k fotodisociácii, resp. excitovaná molekula vstupuje do chemickej reakcie. Produkty primárnych fotochemických reakcií majú obvykle dostatok energie a vstupujú do sekundárnych termických reakcií až po konečné, stabilné produkty.

Ako príklad fotochemickej syntézy možno uviesť dobre známu tvorbu ozónu vplyvom ultrafialového žiarenia. Tu je primárnym stupňom vzbudenie molekuly kyslíka:



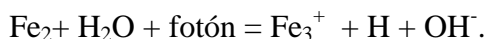
Príkladom fotochemického rozkladu (fotolýzy) je rozpad jodovodíka. Kde sa v primárnom stupni disociuje molekula HI:



Ďalším typom fotochemických reakcií sú reťazové reakcie, ktoré sú charakterizované vysokými kvantovými výťažkami. Napr. pri syntéze HCl sa v primárnom stupni disociuje molekula chlóru:



Príkladom na iónovú reakciu v roztoku je oxidácia FeCl_2 kde schéma primárnej reakcie je takáto:



Pri osvetlení kryštalických halogenidov preskakujú vo vnútri kryštálovej mriežky elektróny medzi aniónmi a kationmi, napr.:



Spoločným menovateľom pri fotochemických reakciách je teda fotón a svetelné žiarenie. Svetlo môžeme popísať ako vlnu, ktorá má vlnovú dĺžku λ , frekvenciu f a rýchlosť c , pričom platí:

$$c = \lambda f.$$

Einstein ako prvý priniesol hypotézu nevychádzajúcu z Maxwellových rovníc a ukázal, že pri emisii alebo absorpcii svetla atómom sa energia neprenáša spojito, ale diskkrétne, čiže v malých „kúskoch“ energie – v **kvantách**. Toto kvantum svetla nazývame **fotón**. Ako príklad možno použiť práve chemickú reakciu, ktorá je súčasťou procesu fotosyntézy – fotolýzu. Je to dej, pri ktorom nastáva svetelný rozklad vody. Na uskutočnenie fotolýzy 1 molekuly vody sa spotrebuje **1 kvantum „zeleného“ svetla** o vlnovej dĺžke okolo 520 nm a energii 2,38 eV a dve kvantá „žlté – červeného“ svetla o vlnovej dĺžke 580 - 680 nm. Zo vzťahu pre energiu fotónu

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda}$$

kde hc (obidve sú konštanty), je vidieť, že energia fotónu závisí od jeho vlnovej dĺžky, ktorej zodpovedá farba z farebného spektra (fialová, zelená, červená,...).

3.1.10 Hmotnosť a energia

Klasická chémia bola založená na predpoklade, že pri chemických reakciách sa nemení energia, ale ani hmotnosť. Albert Einstein však ukázal, že hmotnosť sa dá vyjadriť pomocou energie a že zákon zachovania energie hovorí inými slovami to isté, čo zákon zachovania hmotnosti.

Pri chemických reakciách sú zmeny hmotnosti zodpovedajúce zmenám energie tak malým zlomkom celkovej hmotnosti látok zúčastnených v reakcii, že nie je nádej na ich meranie ani v najpresnejších laboratórnych analýzach. Hmotnosť a energia sa tak javia ako dve od seba nezávislé veličiny. V priebehu jadrových reakcií často dochádza k uvoľneniu milionkrát väčšej energie a zmeny hmotnosti tu tiež možno merať ľahšie. Vzťah medzi hmotnosťou a energiou je jednou z najznámejších a najpopularizovanejších vzťahov fyziky:

$$E = mc^2,$$

kde E je energia ekvivalentná hmotnosti m a c je rýchlosť svetla vo vákuu.

Ak by sme chceli tento vzťah používať pre chemické či jadrové reakcie, energiu musíme vnímať dvojako – ako energiu uvoľnenú (kladná hodnota) alebo pohltenu (záporná hodnota) pri reakcii a hmotnosť vnímať ako úbytok či prírastok hmotnosti častíc v dôsledku reakcie. Pri jadrovom štiepení, keď sa väčšia jadrá rozpadajú na jadrá s nižším atómovým číslom, je hmotnostný úbytok menej než 0,1% pôvodnej hmotnosti. Pri chemických reakciách je toto percento zhruba miliónkrát nižšie.

Energia v mikroskopických sústavách, akými sú napríklad atómy, je **kvantovaná** (nadobúda iba určité hodnoty). Sústava sa môže nachádzať v kvantových stavoch

charakterizovaných povolenými hodnotami energie. Energia sústavy nenadobúda žiadne iné hodnoty.

Najnižšia energia zodpovedá **základnému stavu sústavy**, vyššie hodnoty prislúchajú ich excitovaným stavom. Ak sústava získava, či stráca energiu pohltením (absorpciou) či vyžarovaním (emisiou) svetla, energia svetla je vždy rovná rozdielu povolených hodnôt energie sústavy.

3.1.11 Zákon zachovania energie v relativistickej fyzike

Vieme, že pre kinetickú energiu častice pohybujúcou sa vysokou rýchlosťou sa vzťah musí upraviť a rozšíriť, pričom platí:

$$E_k = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} - 1 \right),$$

kde m_0 je hmotnosť častice v pokoji.

Tento výraz môžeme prepísať ako

$$E_k = m_0 c^2 (\gamma - 1).$$

Kinetická energia je rovná práci, ktorú je potrebné vykonať pre urýchlenie častice z pokoja na uvažovanú rýchlosť. Ak sa pozrieme na predchádzajúci vzťah, všimneme si niekoľko dôsledkov.

Celkovú energiu jednej častice môžeme napísať ako

$$E = \gamma m_0 c^2 = m_0 c^2 + E_k.$$

Z toho vyplýva, že celková energia pohybujúcej sa častice sa skladá z člena $m_0 c^2$, ktorý nazveme pokojovou energiou častice a z člena E_k , a teda kinetickej energie. Celková energia systému častíc je

$$E = \sum_{j=1}^n E_j = \sum_{j=1}^n m_j c^2 + \sum_{j=1}^n E_{kj}$$

Pre izolovanú sústavu častíc zostáva takáto celková energia **konštantná** bez ohľadu na to, aké interakcie sa medzi časticami odohrávajú. Pri každej izolovanej reakcii či zrážke, ktorá zahŕňa dve alebo viac častíc, musí byť celková energia sústavy pred reakciou rovnaká ako po nej. Môže sa meniť pokojová energia častíc, avšak musí sa meniť aj ich kinetická energia tak, aby sa celková energia nezmenila. Úvahy tohto druhu nám napovedajú, že **pokojuv**á energia môže byť premenená na iné formy energie a takisto i naopak.

Zdroje pre túto kapitolu²⁷:

²⁷ Bílek, M. a kol. *K integraci v přírodovědním vzdělávání*. Hradec Králové: Gaudeamus. 2001. s.47-77.
Gamow, G. a kol. *Physics: Foundations and Frontiers*. Londýn: Prentice Hall. 1976. s.71-96.
Halliday, D. a kol. *Fyzika*. Brno: Vutium. 2000. s.141-206, 507-510, 1026-1035.
Holec, S. a kol. *Prírodné vedy – integrovaný prístup*. Banská Bystrica: FPV UMB. 2008. s.45-72.
Klivanec, D. a kol. *Kreatívne poznávanie vo fyzike*. Nitra: FPV UKF. 2005. s. 57-75.
Tarábek, P. *Zmaturuj z fyziky*. Bratislava: Didaktis. 2006. s.35-50, 65-81, 151-179.
Young, H. a kol. *University Physics*. San Francisco: Addison-Wesley. 2000. s.164-226,533-558,1405-1415.
Zelenický, Ľ. a kol. *Mechanika a molekulová fyzika*. Nitra: FPV UKF. 2008. s.34-39, 61-72.

Záver

Cieľom našej bakalárskej práce bolo analyzovať integračné princípy a oboznámiť sa s aplikáciou integračných princípov v zahraničných výukových projektoch, učebniciach, učebných plánoch a osnovách a školských systémoch. Zároveň sme považovali za dôležité poukázať na pozitívny prínos integrácie a bližšej spolupráce a koordinácie prírodovedných predmetov. Naša práca môže byť informačne vhodná i pre potenciálnych tvorcov učebníc a učebných príručiek, avšak môže byť pomôckou aj na uvedenie do tematiky integrácie, keďže mapuje hneď niekoľko zahraničných systémov.

V prvej, teoretickej časti sme vymedzili a definovali pojem integrácia, pričom sme sa naň pozreli z pohľadu slovenských a českých pedagógov. Spomenuli sme viacero základných pojmov, ktorých pochopenie je dôležité pre neskoršiu analýzu. Pokračovali sme formami, typmi integrácie a integračnými princípmi. Kládli sme dôraz najmä na otázky celistvosti, zmysluplnosti, prepojenosti a vzájomných súvislostí, stále však iba v teoretickej rovine. Zmyslom prvej kapitoly bolo uvedenie do tematiky z teoretického hľadiska, pričom sme sa sústreďovali najmä na komplexnosť pojmu integrácia a na oboznámenie čitateľa s viacerými pohľadmi na tento pojem.

V druhej, analytickej časti sme skúmali zahraničné výukové projekty, učebnice, učebné príručky, učebné plány a osnovy, pozíciu integrácie v školských systémoch i legislatívu viažucu sa k pedagógom i žiakom. Postupovali sme podľa nastoleného rozdelenia z prvej kapitoly. Analyzovali sme postupne jednotlivé typy a formy integrácie, pričom sme vždy poskytli na pochopenie a ukážku dostatočujúce príklady z učebných príručiek, plánov a osnov. Najčastejšie sme sa orientovali na krajiny Spojeného Kráľovstva Veľkej Británie a Severného Írska, kde sme prihliadali i na autonómne súčasti tejto monarchie – Škótsko, Wales, Anglicko a Severné Írsko. Podobný systém nachádzajúci sa v Írsku sme takisto použili ako príklad. Formy a typy integrácie sa nachádzajú aj v ďalších krajinách Európskej Únie ako napríklad škandinávske štáty, v istých formách napríklad i v Taliansku. Špeciálnym príkladom je Malta, kde sme vnímali dynamiku práve prebiehajúcich zmien v legislatíve a školskom systéme, ktorý míľovými krokmi napreduje smerom k veľmi vyspelému a žiakov s vynikajúcimi výsledkami produkujúcemu systému, kde medzi základné piliere patrí práve integrácia a integračné princípy. Bolo by vhodné venovať sa maltským učebným príručkám a sledovať prebiehajúce zmeny v tejto malej krajine. Hľadať inšpiráciu tu nemusia len potenciálni tvorcovia učebníc a učebných príručiek, ale i orgány činné v legislatíve a súvisiace so zákonodarnou a výkonnou štátnou mocou. Zmyslom druhej kapitoly je

ponúknuť príklady na jednotlivé typy a formy integrácie a poukazovať na pozitíva a výhody integračného procesu a koordinovaných medzipredmetových vzťahov v už dlhšie zaužívaných či iba nedávno aplikovaných integrovaných predmetoch vo vybraných krajinách Európskej Únie. Pochopiteľne, integračné procesy v istých formách možno nájsť i v iných vzdialenejších krajinách, napr. v Indii, takáto štúdia by však vyžadovala viac priestoru, času a prostriedkov.

V tretej, praktickej časti sme prezentovali integrovaný text, ktorý by mohol slúžiť ako učebný text. Tento text sme tvorili so snahou ukázať integračné princípy v praxi, či už ide o integráciu v rámci predmetu, ale i o prínos iných prírodovedných predmetov do zdanlivo fyzikálneho pojmu. Táto kapitola slúži ako príklad a ponúka náš konkrétny pohľad, a preto je v nej dôležité hľadať prvky integrácie, ktoré už každý potenciálny tvorca učebníc a učebných príručiek môže aplikovať inak. Pojem, okolo ktorého sme postavili tento učebný text je energia. Základnou filozofiou, ktorou sme začali bola zmena energie, spojenie sily a práce, z čoho plynie prepojenie trojice pojmov – sila, práca, energia. Sústreďovali sme sa na zákony zachovania energie. Vložili sme tu pasáže z biológie a chémie, pričom sme hľadali prieniky medzi energiou chápanou vo fyzike a energiou ako ju chápajú tieto dva ďalšie prírodovedné predmety. Zmyslom tejto kapitoly bolo ponúknuť aplikáciu integračných princípov a využitie integrácie vo vyučovaní. Samozrejme, bolo by do tohto učebného textu vhodné vložiť príklady, úlohy a experimenty, ktoré by sa dali tvoriť s dôrazom na spájanie a prieniky medzi jednotlivými prírodovednými predmetmi, ba vytvoriť i učebnú príručku so vzorom v zahraničí, avšak na tieto myšlienky by bolo potrebného viac priestoru a väčšie vhlbenie sa do tematiky.

Dúfame, že naša bakalárska práca viac objasní na Slovensku zanedbávaný pojem integrácie a prinesie pozitívny pohľad i na prípadnú tvorbu učebníc. Výsledkom nášho úsilia nie je len teoretické uvedenie do tematiky, ale aj analýza fungujúcich zahraničných integrovaných predmetov, pričom sme ponúkli návrh učebného integrovaného textu. Bakalárska práca nám priniesla množstvo nových poznatkov zo zahraničia a nový pohľad na prácu so žiakmi. Túto tematiku vrelo odporúčame a na záver vyslovujeme i myšlienku nadviazania a pokračovania v začatej práci, aby sa integrácia čoraz viac dostávala do povedomia nielen v rámci pedagogickej komunity, ale i ako pojem rezonujúci v celom školskom systéme i spoločnosti.

Zoznam použitej literatúry

- BÍLEK, M. a kol. 2001. *K integraci v přírodovědním vzdělávání*. Hradec Králové : Gaudeamus, 2001. ISBN 80-7041-400-6.
- CALLEJA, J. 1994. The evolution of education in Malta: a philosophy in the making. In *Revue du monde musulman et de la Méditerranée*, vol.41. Aix-en-Provence : Édisud, 1994. ISSN 0997-1327.
- DVOŘÁKOVÁ, M. 2000. *Pedagogicko psychologická diagnostika I*. České Budějovice : JU, 2000. ISBN 80-7040-402-7.
- GAMOW, G. a kol. 1976. *Physics: Foundations and Frontiers*. Londýn : Prentice Hall, 1976. ISBN 0-13-672535-X.
- HALLIDAY, D. a kol. 2000. *Fyzika*. Brno : Vutium, 2000. ISBN 80-214-1869-9.
- HOLEC, S. a kol. 2008. *Prírodné vedy – integrovaný prístup*. Banská Bystrica : FPV UMB, 2008. ISBN 80-8083-563-7.
- KLUVANEC, D. a kol. 2005. *Kreatívne poznávanie vo fyzike*. Nitra : FPV UKF, 2005. ISBN 80-8050-915-8.
- PETLÁK, E. 2007. *Pedagogicko-didaktická práca učiteľa*. Bratislava: PhDr.Milan Štefanko-IRIS, 2007. ISBN 80-8901-805-5.
- PODROUŽEK, L. 2002. *Integrovaná výuka na základní škole*. Plzeň : Fraus, 2002. ISBN 80-7238-157-1.
- PRŮCHA, J. 2002. *Moderní pedagogika*. Praha : Portál, 2002. ISBN 80-7178-631-4.
- RAKOUŠOVÁ, A. 2008. *Integrace obsahu vyučování*. Praha : Grada Publishing, 2008. ISBN 80-247-2529-1.
- SKALKOVÁ, J. 1999. *Obecná didaktika*. Praha: ISV, 1999. ISBN 80-85866-33-1.
- SPOUSTA, V. 1997. *Integrace základních druhů umění ve výchově*. Brno : Masarykova univerzita, 1997. ISBN 80-2101-640-8.
- VILLAIN-GANDOSSI, CH. 1995. *Le Carrefour Maltais*. Aix-en-Provence : Édisud, 1995. ISBN 28-5744-801-5.
- YOUNG, H. a kol. 2000. *University Physics*. San Francisco : Addison-Wesley, 2000. ISBN 0-201-70059-X.
- ZELENICKÝ, L. a kol. 2008. *Mechanika a molekulová fyzika*. Nitra : FPV UKF, 2008. ISBN 80-8094-418-6.

DEPARTMENT FOR EDUCATION AND EMPLOYMENT. 2004. *The National Curriculum for England: Science*. London : DEE, 2004. ISBN 01-1370-070-9.

JUNIOR CERTIFICATE SCIENCE COURSE COMMITTEE. *Junior Certificate Science Syllabus (Ordinary and Higher Level)*. Dublin : The Stationary Office. 2003.

SWEDISH NATIONAL AGENCY FOR EDUCATION. *Curriculum for non-compulsory school system*. Štokholm: AB Danagards grafiska. 2006. ISBN 91-85545-17-1.