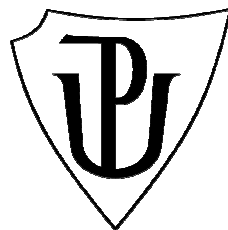


Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra experimentální fyziky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Tvorba a analýza pojmových map ve fyzice



Autor: Bc. Pavlína Keprtová
Studijní program: N1701 Fyzika
Studijní obor: Učitelství fyziky pro střední školy
Učitelství matematiky pro střední školy
Forma studia: Prezenční
Vedoucí práce: RNDr. Renata Holubová, CSc.
Termín odevzdání práce: Duben 2011

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Renaty Holubové, CSc. a že jsem použila zdrojů, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury a ostatních zdrojů.

V Olomouci

.....

Ráda bych poděkovala vedoucí diplomové práce RNDr. Renatě Holubové, CSc.
za cenné rady, které mi při plnění zadaného úkolu poskytla.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora	Bc. Pavlína Keprtová
Název práce	Tvorba a analýza pojmových map ve fyzice
Typ práce	Diplomová
Pracoviště	Katedra experimentální fyziky
Vedoucí práce	RNDr. Renata Holubová, CSc.
Rok obhajoby práce	2011
Abstrakt	<p>Pojmové mapování je učební technika, která může pomoci žákům k porozumění fyzikálním pojmům a k jejich správnému používání v praxi. Uvedená metodická příručka pro učitele obsahuje popis pojmových map i jejich konstrukce, možnosti zavádění map do výuky fyziky, různé způsoby zadávání pojmových map žákům a popis několika způsobů hodnocení. Součástí práce je i sbírka 16 pojmových map, které graficky znázorňují provázanost fyzikálních pojmů z učiva mechaniky a jsou doplněny podrobnou analýzou jejich struktury s upozorněním na možné chyby žáků. Práce by měla pomoci učitelům při začleňování pojmových map do jejich výuky fyziky na střední škole.</p>
Klíčová slova	Pojem, pojmová mapa, učební technika, metodická příručka pro učitele, hodnocení, mechanika.
Počet stran	67
Počet příloh	16
Jazyk	Český

Bibliographical identification:

Autor's first name and surname	Bc. Pavlína Keprtová
Title	Formation and Analysis of Concept Maps in Physics
Type of thesis	Master
Department	Department of Experimental Physics
Supervisor	RNDr. Renata Holubová, CSc.
The year of presentation	2011
Abstract	<p>Concept mapping is a learning technique that can help students to understand physical concepts and their proper application in practice. The described methodological guide for teachers includes a description of concept maps and their construction, options to introduce maps into physics teaching, different ways of assigning concept maps for students and a description of several evaluation methods. Part of the work is a collection of 16 concept maps that graphically illustrate the cohesion of physical concepts from mechanics subject matter and are complemented by a detailed analysis of their structure, indicating possible errors of students. This thesis should help high school teachers to integrate concept maps into their physics lessons.</p>
Keywords	Concept, concept map, learning technique, methodological guide for teachers, evaluation, mechanics.
Number of pages	67
Number of appendices	16
Language	Czech

OBSAH

1. Úvod	7
2. Fyzika a žáci	8
2.1 Zájem žáků o fyziku	8
2.2 Intuitivní představy žáků ve fyzice.....	8
3. Motivace	10
4. Pojmové mapy ve výuce fyziky	14
4.1 Struktura učiva.....	14
4.2 Pojmové mapování jako učební technika	15
5. Fyzikální pojmy a RVP	19
5.1 Klíčové kompetence	19
5.2 Vzdělávací obor Fyzika	20
6. Použití počítačů při mapování.....	24
7. Metodická příručka pro učitele.....	26
7.1 Základní vlastnosti pojmových map.....	26
7.2 Konstrukce pojmových map	27
7.2.1 Chyby při konstrukci pojmových map.....	28
7.3 Program CmapTools pro pojmové mapování.....	29
7.3.1 Ovládání programu CmapTools.....	30
7.4 Začlenění pojmových map do výuky.....	33
7.5 Hodnocení pojmových map.....	37
8. Analýza pojmových map.....	42
9. Závěr.....	63
Seznam použité literatury a ostatních zdrojů	64
Seznam příloh.....	67
Přílohy	68

1. ÚVOD

Pojmové mapy jsou jednou z možností, jak docílit smysluplného učení a myšlení žáků na základních i středních školách v České republice. Fyzika jako vyučovací předmět je pro žáky neoblíbená a obtížná, protože pro porozumění jejím zákonům a hlavně fyzikálním pojmům je potřeba hlubšího pochopení a zamyšlení. Například v dějepise se žáci většinu informací naučí nazpaměť a poté je jen reprodukují. S fyzikálními pojmy je to jiné. Chce-li žák správně pochopit fyzikální pojem, musí najít souvislosti mezi ním a pojmy jemu již známými. Pojmové mapy dokážou nahlédnout do žákovy pojmové struktury, kterou si vytváří individuálně procesem učení, a odhalit, které pojmy jsou v jeho pojmové síti začleněny správně a tedy i správně pochopeny. Učitel může však ze žákovských pojmových map vyčíst, kterým pojmům žáci nerozumí a o kterých mají mylné představy. Pro správné porozumění fyzikálním pojmům, a tedy i poznatkům z fyziky používaným v praxi, je důležité, aby si žáci význam pojmů nepamatovali jen jako poučky, ale správným provázáním s dalšími pojmy byli schopni používat nabyté znalosti v praxi. Pojmové mapy mohou naučit žáky myslet a tvořivě řešit problémy, a ne jen reprodukovat znalosti kvůli známám.

Cílem diplomové práce bude vytvořit metodickou příručku pro učitele, která by měla pomoci učitelům při zavádění a používání pojmových map ve výuce fyziky na střední škole. Měla by obsahovat základní teorii pojmových map a vlastnosti konstrukce map, které byly rozpracovány v bakalářské práci. A hlavně by měla být doplněna o možnosti zařazení do výuky a metodiku hodnocení žákovských map. Výstupem diplomové práce by měla být sbírka pojmových map na některá témata středoškolské fyziky.

2. FYZIKA A ŽÁCI

Fyzika jako vyučovací předmět je součástí žákova vzdělání již od 6. třídy základní školy. Od tohoto okamžiku se učitel snaží žákům vysvětlit, jak funguje svět okolo nás, na základě fyzikálních zákonů. Žák pomalu zjišťuje, jak moc ho zajímá daná problematika a učí se popisovat věci a jevy okolo něj. Záleží i na učitelově podání, osobnosti i zájmu, zda žák porozumí fyzikální podstatě světa.

2.1 Zájem žáků o fyziku

Ze své pedagogické praxe i z pohledu veřejnosti patří fyzika mezi méně oblíbené předměty, protože je obtížná, nepochopitelná a nepoužitelná v praxi [9]. Tuto skutečnost potvrdily i výsledky šetření, z projektu „Fyzikální vzdělávání pro všestrannou přípravu a rozvoj lidských zdrojů na úrovni základních a středních škol“ z let 2006 – 2008 [4]. Výzkum byl zaměřen na zjišťování faktorů oblíbenosti či neoblíbenosti fyziky a jeho cílem bylo přispět ke zvýšení zájmu žáků o fyziku, tedy aby žáci nebrali tento předmět jen jako nutné zlo [4].

Z výsledků vyplývá, že žáci nejvíce preferují učivo o věcech a jevech, vztahující se k praktickému životu a s tím souvisí i obliba v praktických činnostech, jako např. pokusy vlastníma rukama, sestrojování jednoduchých zařízení nebo práce s počítačem. Naopak řešení početních úloh je jejich nejneoblíbenější činností [4]. Zde mohou podotknout, že vytváření pojmových map lze provádět i na počítači a hlavně je to činnost, kde je žák aktivní a používá k vytváření map své dosavadní zkušenosti i příklady z praxe. V návaznosti na výsledky šetření si troufám odhadnout, že pojmové mapování by mohla být činnost, kterou si žáci oblíbí, a zároveň jim pomůže ke smysluplnějšímu učení.

2.2 Intuitivní představy žáků ve fyzice

Děti přicházejí již do základní školy s nějakými představami o daných pojmech. Od doby kdy začali poznávat svět a jeho vlastnosti, si utvářeli intuitivní představy o věcech a vlastnostech věcí okolo nich. Když jim matka řekla, že mají teplotu, věděli, že jsou nemocní a že pocít'ují větší výdej tepla ze svého těla. Jen v tu dobu ještě nevěděli přesně, co to znamená pojem teplo a teplota. Ale utvořili si o nich své představy. Tyto

představy je nutné odhalit již na základní škole a pokusit se je přetransformovat. Učitel na základní škole při výuce fyziky vysvětlí žákům přesný význam těchto pojmů, ale zda se v žákově paměti tyto vysvětlené pojmy správně začlení do jeho pojmové struktury, to je otázkou.

Pro žáky je velmi důležité porozumět významu jednotlivých pojmů a neznat je jen podle názvu. Význam jednotlivých pojmů je zřejmý ze vztahů, které se žák o nich naučí. Ale aby je později uměl správně používat a pochopil správný význam pojmů a vztahů mezi nimi, je nutné se zamyslet nad tím, jak žák jednotlivé pojmy zařazuje do své pojmové struktury.

Již z života si přináší nějakou intuitivní představu o jednotlivých pojmech. Ve škole je nucen někdy tuto představu změnit, ale to není tak jednoduchý proces, jak by se mohlo zdát. Jak však přijít na to, jaká je žákova pojmová struktura, když mu obrazně řečeno „nevidíme do hlavy?“ K tomuto „nahlédnutí“ nám může pomoci pojmová mapa. Teorie pojmových map byla již rozpracována v bakalářské práci [5], ale zde se zabýváme použitím pojmových map ve výuce fyziky na střední škole. Pojmová mapa může pomoci učiteli zjistit, jaké předchozí znalosti měl žák před výukou daného celku a jak se jeho pojmová struktura změnila po začlenění nových pojmů a přehodnocení předchozích pojmů a vztahů mezi nimi.

Statistický výzkum prekonceptů (intuitivních představ) žáků z roku 2005 ukázal, že žáci na základních školách mají největší problémy s pojmy teplo, teplota, hustota, skupenství, přenos tepla a energie. Velkou překážkou pro správně pochopení pojmů je trvalost intuitivních představ a jejich odolnost proti změnám [3]. Myslím si, že pojmové mapování je užitečným prostředkem pro zjišťování prekonceptů žáků ve fyzice a jejich následné změně. Při pohledu do žákovských map [9]:

- a) si žák uvědomí své představy a může poznat rozpor mezi svou představou a fyzikální vysvětlením
- b) může učitel zjistit, které představy jsou chybné, a zareagovat
- c) může učitel přesvědčit žáka pomocí mapy o správnosti a funkčnosti fyzikálních poznatků na rozdíl od představy.

3. MOTIVACE

Motivace je nedílnou součástí každé vyučovací hodiny a hlavně každé činnosti, kterou žák iniciuje jak ve škole, tak v domácím prostředí. Pokud žák není motivován, dochází k nezájmu o danou činnost, což platí i při učení.

Pod pojmem motivace se skrývá souhrn faktorů, které podněcují a řídí průběh jednání žáka i jeho prožívání a které také ovlivňují žákův vztah k okolnímu světu. Ve vztahu k učení, jakožto žakově činnosti, je zapotřebí učební motivace, která má za úkol zvyšování efektivity žakova učení. Vnitřní motivace se zakládá na potřebách a pohnutkách žáka, jako jsou vrozené biologické potřeby (zdraví, teplo, bezpečí apod.) a vyšší potřeby vznikající procesem socializace žáka (potřeba komunikace, potřeba seberealizace atd.). Ve výuce se učitel snaží u žáků vzbudit motivaci pro potřebu poznávat nové věci, potřebu získávat vědomosti, potřebu tvořivé činnosti a jiné. Více však může učitel žáka ovlivňovat vnější motivací, jež je vyvolána vnějšími požadavky a podněty. Mezi ně patří úkoly, testy, obavy z neúspěchu, přijímací zkoušky atd. Avšak vnější motivace se tímto stává prostředkem pro docílení vnitřní motivace. Učitel nemůže měnit potřeby žáků, ale svým působením a používáním vnější motivace může rozvíjet žakovu vnitřní motivaci k učení, seberealizaci a rozvoji osobnosti. Např. zaměřením se na zájmy žáka, uváděním příkladů z praxe či oceňováním žakova pokroku. Pro správnou motivaci ve vyučovací hodině jsou důležité motivační metody a jejich správné načasování. Jde o činnosti učitele, které vyvolávají jednání žáka vedoucí k naplnění výukových cílů [16].

Podle mého názoru je motivace jedním z nejdůležitějších atributů výuky. Pokud učitel žáky nedokáže adekvátně motivovat, žáci ztratí zájem vnímat výklad daného učiva a efektivita zapamatování i porozumění danému učivu velmi rychle klesá. Myslím si, že pojmové mapování lze použít jako motivační prostředek, který podpoří aktivitu žáka a jeho zájem o učivo. Nejdříve je to pro žáka nový prostředek, který postupně objevuje a tato novost u něho vyvolává zájem, ale též tvořivost a propojenost nového s již známým přispívá k jeho zájmu. Podle výsledků z [5] je zřejmé, že žákům byl tento prostředek blízký i z toho důvodu, že pojmová struktura v jejich mozku se podobá

pojmové mapě, kterou vytvářejí. V rozboru motivačních metod se pokusím uvést možné použití pojmového mapování jako motivačního prostředku.

Motivační metody se rozdělují podle výskytu ve vyučovací hodině na úvodní, průběžné a závěrečné. Na začátek hodiny či tematického celku se zařazují motivační metody úvodní, mezi které patří motivace cílem, motivační rozhovor a motivační demonstrace. Motivace cílem zahrnuje otázky, na něž žákům na začátku hodiny odpovíme a tím je připravíme na další činnost. Jsou to tyto otázky: co budeme probírat, čeho chceme dosáhnout, jak budeme postupovat, k čemu to potřebujeme a čím budeme navazovat [16]. Na počátku hodiny může učitel pomocí tvorby pojmové mapy na tabuli ukázat žákům, jaké konkrétní cíle mají, jaké pojmy se naučí a jak budou tyto pojmy navazovat na již známé a k čemu je potřeba tyto pojmy znát. Touto pojmovou mapou může učitel graficky a přehledně na tabuli rozplánovat průběh hodiny.

Motivační rozhovor může učitel zařadit na začátek hodiny, kdy pokládá žákům předem připravené otázky a tím u nich aktivizuje již dříve naučené pojmy, které budou potřebovat. Postupně tak žákům přiblíží nové učivo v závislosti na jim již známých souvislostech. Žáci zjistí, že mají na co navazovat a to má pro ně silný motivační účinek, který se projeví menším strachem a lepší pracovní atmosférou [16]. Motivačním rozhovorem může učitel uvést nové učivo i pomocí pojmové mapy. Na začátku hodiny učitel žákům dává otázky ohledně daného tématu a odpovědi píše na levý kraj tabule. Otázky pokládá tak, aby si žáci uvědomili, jaké pojmy již znají a jaké příklady z praxe zde mohou použít. Poté učitel vyzve žáky, aby se pokusili najít nějaké vztahy mezi pojmy, které jsou napsané na tabuli. Postupně učitel zapisuje a organizuje pojmy a jejich vztahy na tabuli tak, aby vznikla pojmová mapa. Nakonec učitel s žáky projde všechna tvrzení, která jsou obsažena v mapě, a ukáže na nich, co už žáci umí a kam v této struktuře budou patřit nové pojmy. Je možné si tuto strukturu nechat na vedlejší tabuli a po výkladu doplnit nové pojmy na správná místa v mapě. Učitel zdůrazní žákům vztahy, které spojují dříve známé a nové pojmy. Podle mého názoru je tento způsob více náročný na učitelovy schopnosti a organizaci výuky, a proto je důležité mít již s pojmovým mapováním větší zkušenosti. Je také více časově náročný, ale myslím si, že na úvod tematického celku je velmi efektivní.

Motivační demonstrace je více experimentální a má za úkol zaujmout žáka působením na více jeho smyslů. Důležitý je moment překvapení, kdy přijde něco pro žáka nepředvídatelného, co poté v průběhu hodiny bude vysvětleno. Žák zapojí při pokusu smysly jako sluch, zrak, čich atd., protože je pro něho zajímavé, že nemusí jen poslouchat výklad a zapisovat do sešitu. Nejoblíbenější pokusy z pohledu žáka jsou takové, kde něco shoří, vytvoří hluk, rozsvítí se nebo se zdeformuje. Atraktivní jsou i pokusy s neobvyklými pomůckami, jako jsou plastové lahve, plechovky, hračky, polystyren a další [16]. Při této metodě bych pojmové mapy nepoužívala. Nemělo by to požadovaný efekt, protože žáci se soustředí na překvapení z pokusu a nevnímali by následující vytváření pojmové mapy. Jedině by pomocí pojmové mapy mohli zkusit vysvětlit podstatu pokusu. Avšak v této části hodiny by to bylo časově náročné a nadbytečné, protože pokus má ukázat vlastnost nového pojmu, který má být vysvětlen až v průběhu hodiny.

V průběhu vyučovací hodiny žákova aktivita slábne, a proto je nutné použití průběžné motivace. Nelze motivovat jen na začátku hodiny, žák pomalu začne ztrácet pozornost a tak je třeba začlenit metody průběžné motivace, tj. motivační aktualizaci obsahu, příklady z praxe a motivační výzvu. Motivační aktualizaci obsahu rozumíme zapojení vhodných informací ze současnosti (mediální dění, věda, technika, objevy) do výkladu a poté jejich vysvětlení na dané úrovni znalostí žáků. Uvádění příkladů z praxe pomáhá žákovi si uvědomit provázanost vědomostí s praktickým životem i potřebnost, prospěšnost a všudypřítomnost fyziky. Motivační výzvou může učitel žáky pobídnout k další práci tím, že dá žákům šanci zapojit se do řešení svou vlastní aktivní činností. Mocným motivačním činitelem je právě žákova aktivní činnost, která ho utvrzuje ve smysluplnosti školního učení [16].

Podle mého názoru je pojmové mapování významným motivačním prostředkem právě proto, že při vytváření vlastních pojmových map žáci aktivně pracují a vytvářejí svůj vlastní výtvar a pohled na danou problematiku. V průběhu vyučovací hodiny mohou žáci vytvářet pojmové mapy samostatně nebo ve skupinách. Použití příkladů z praxe v mapách je kladně hodnoceno a žáci dostávají body navíc za propojení teorie s praxí. Právě tato provázanost dává žákům jistotu, že jejich učení jim k něčemu je.

K metodám závěrečné motivace patří hodnocení činnosti žáků a seznámení s obsahem učiva v následující hodině. Motivační funkce hodnocení má žáka povzbudit do další práce a ukázat mu jakého pokroku dosáhl. Pro žákův osobní rozvoj je důležitý pokrok a proto je nutné, aby učitel žákům dal najevo, že jejich snaha a zájem je důležitější než výkon. Učitel by měl hlavně hodnotit postup a ne hledat chyby. Pomoc i pochvala dokáže žáka též motivovat, aby se více snažil. Na konci hodiny je dobré nastínit žákům obsah další hodiny, aby byla zachována provázanost a žáci byli připravení a neměli strach z neznáma [16].

V závěru hodiny je potřeba žákům shrnout, co za hodinu probrali a jaké nové pojmy měli zapojit do své pojmové struktury. Lze celou hodinu shrnout v podobě pojmové mapy, kterou učitel na závěr sestaví na tabuli, ale je to velmi časově náročné. Je však možné i doplnit již existující mapu ze začátku hodiny o nové pojmy. Myslím si ale, že pro žáky je více efektivní, když si pojmovou mapu vytvoří sami na základě nově nabytých poznatků a sami si uvědomí, jaké změny se přihodily v jejich pojmové struktuře po začlenění nových pojmů. Má to pro žáky větší učební efekt a hlavně se naučí přehodnocovat vazby v jejich již existující mapě na základě nových informací. Na závěr bych chtěla uvést, že není nutné používat pojmové mapování ve všech částech hodiny a za každé situace, ale je to dobrý prostředek pro uplatnění žákova zájmu o aktivní činnost a také efektivní prostředek pro zjišťování změn v pojmové struktuře žáků.

4. POJMOVÉ MAPY VE VÝUCE FYZIKY

Jak již bylo uvedeno v úvodu, cílem této práce je ukázat učitelům, jak mohou začlenit pojmové mapy do své výuky fyziky.

Žáci přicházející na střední školy již mají určitou představu o některých fyzikálních pojmech, ať už intuitivní nebo naučenou z hodin fyziky na základní škole. Většina těch nejzákladnějších pojmů byla žákům vysvětlena ve fyzice na základní škole, avšak ve zjednodušené formě. Například znění některých zákonů mechaniky se na základní škole žáci učí jen kvalitativně. Učitel na střední škole má před sebou těžký úkol, poněvadž jeho žáci přicházejí z různých základních škol a tudíž mají rozdílnou úroveň znalostí. Již v této fázi může učitel pomoci použitím pojmového mapování ve výuce. Po nějaké době, kdy učitel vysvětlí a procvičí se žáky správnou konstrukcí pojmových map, je možné ze žakovských map diagnostikovat úroveň a propojenost znalostí jednotlivých žáků. Tedy jak mají uloženy ve své paměti nejzákladnější pojmy a hlavně jaké vztahy mají mezi těmito pojmy.

4.1 Struktura učiva

Žák přicházející do školy se musí postupně naučit, jak dávat pozor, jak pracovat s učebnicí, jak psát domácí úkoly a jak dělat domácí přípravu. Na základní škole je většina poznatků žákovi předkládána v hotové podobě, kdy učitel diktuje výklad jako zápisky do žakova sešitu. Později se žák postupně učí, jak si z učitelova výkladu nebo z učebnice vypsát ty základní informace. Při práci s učebnicí se žák může kdykoli vrátit, ale při výkladu učitele to většinou nejde. Žák se musí v průběhu svého vzdělávání naučit, jak při práci s učebnicí rozeznávat obecné a důležité poznatky od těch detailnějších a méně důležitých. Obsah učiva je určen učebnicemi nebo výkladem učitele, ale ty jsou většinou prezentovány v lineární podobě, tedy věta za větou. Pro žáka je však obtížné z tohoto množství vět identifikovat pojmy a vztahy, které jsou pro něho klíčové a které jsou nezbytné pro správné pochopení daného učiva. Mezi hlavní nedostatky učebnic patří snaha autorů o přesné odborné vyjadřování, které způsobuje obtížnou srozumitelnost pojmů. Texty učebnic jsou plné nezajímavých faktografických údajů, které neusnadňují žákům nalezení základních pojmů, a většinou jsou navíc plné dalších nových pojmů, které jsou vysvětleny zběžně nebo jsou vysvětleny až v jiných

částech textu [11]. Pokud není žákům vysvětleno, jak mají z učebnice nebo z výkladu učitele rozpoznat důležitost pojmů a jejich strukturu včetně vztahů, pak mohou žáci vytvářet ve své paměti chybné či neúplné struktury, kam začleňují nepodstatné detaily nebo vytvářejí zcela chybné vazby [10]. Učitelé při výkladu žákům píší na tabuli základní kostru učiva podobnou přehledu učiva v učebnicích. Žák si však takovou hotovou strukturu pouze pasivně zaznamená a snaží se ji naučit nazpaměť, aby ji mohl předvést u zkoušení. Tento proces ale probíhá zcela bez pochopení a přemýšlení nad jednotlivými vazbami mezi pojmy, obsaženými ve struktuře. Takové poznatky zůstanou jen v krátkodobé paměti žáka a on na ně později nebude moci navazovat další poznatky [10].

Jak již bylo uvedeno v bakalářské práci [5, str. 10 a 19], žák se učí nové pojmy hledáním vazeb na pojmy již známé, které jsou pevně začleněny do jeho pojmové sítě v mozku. Je potřeba, aby byl žák schopen určit důležitost nového pojmu ve své mysli a poté popřípadě přebudovat svou síť v závislosti na nových poznatcích. Nové přístupy se snaží o zlepšení učebních strategií (v rámci žakovy činnosti při učení, zapamatování a uchovávání poznatků v paměti a poté vybavování a používání poznatků) tak, aby se zlepšily žakovy postupy při učení [10].

Poznatky se tedy v žakově paměti ukládají v nelineární formě. Lepšímu zapamatování poznatků tedy mohou pomoci nelineární reprezentace učiva, které jsou blízké systému zapamatování v žakově paměti. Jak vím z vlastní zkušenosti, lépe se mi pamatují poznatky, které mám spojené s obrazem či animací, což patří mezi nelineární konkrétní reprezentace. A mezi nelineární abstraktní reprezentace učiva patří schémata, grafy, sítě a také pojmové mapy [10].

Základním principem těchto reprezentací je vizualizace vztahů mezi pojmy a jejich hierarchické uspořádání s cílem vytvořit přehlednou strukturu, které nám ukáže vnitřní uspořádání žakovy paměti na papíře. K tomuto účelu je vytvořena technika pojmového mapování a pojmové mapy jako výsledek této činnosti [11].

4.2 Pojmové mapování jako učební technika

Technika pojmového mapování staví na Ausubelově teorii učení, podle níž je hlavním faktorem úspěšného učení žáka konstruktivní propojení nových poznatků se strukturou dříve osvojených významných pojmů a pravidel. Jsou uváděny dva předpoklady této teorie. Smysluplné učení je aktivní a konstruktivní proces osvojování a zapojování nové vědomosti do existující struktury poznatků. Pojmy a pravidla jsou základními prvky našich vědomostí a tedy porozumění jejich významu má důležitou roli v procesu učení [11].

Pojmové mapování podporuje rozlišování podstatných informací v obsahu učiva, stimuluje hierarchickou strukturu poznatků, kritické hodnocení literatury, posuzování možností při rozhodování, pomáhá tvořivému přístupu k řešení problémů, poskytuje vhodný a stručnější schematický přehled probíraného učiva [11].

Výhody používání pojmových map pro žáka [10,11]:

- a) usnadňuje pochopení učiva
- b) dodává žákům odvalu ke zpracování informací
- c) přetváří učivo do podoby, která se lépe a efektivněji pamatuje
- d) pomáhá efektivnějšímu a snadnějšímu vybavování poznatků
- e) poskytuje náhled na problém v přehledné formě
- f) zvyšuje soustředění žáka na úkol
- g) usnadňuje reorganizaci znalostí po začlenění nových pojmů
- h) dává žákům užitečný nástroj pro další učení i řešení obtížných situací
- i) stimuluje žáka k organizaci a strukturování svých znalostí
- j) umožňuje vrátit se k rozpracované mapě.

Výhody používání pojmových map ve výuce pro učitele [10,11]:

- a) přehledné projektování výuky a plánování učiva
- b) využití map při výkladu tematiky a shrnutí učiva
- c) rozvoj samostatné práce žáků se základními pojmy
- d) diagnostická metoda ke zjišťování vědomostí žáků
- e) grafické zpřehlednění vyučované struktury pojmů a vztahů
- f) využití techniky v domácí přípravě žáků

- g) rozvržení propojení obsahů více předmětů.

Pojmové mapy pomáhají žákům i učitelům strukturovat učivo podle důležitosti a významu, a tak odstraňují problémy s pouhým memorováním a reprodukováním učiva [11]. Tato technika nejvíce vyhovuje žákům, kteří jsou motivovaní na učení, mají dobrou vizuální představivost a verbální schopnosti, dokážou analyzovat učivo, organizovat prvky učiva a dedukovat vztahy mezi pojmy. Největší užitek, po proškolení žáků v technice pojmového mapování, přináší tato činnost žákům průměrným i podprůměrným, kteří hledají nějakou novou cestu k úspěchu [10].

Nevýhody používání pojmových map [10,11]:

- a) závislost na použité tematice
- b) závislost na učitelově a žakově zkušenosti s vytvářením map
- c) nevhodné pro znalosti odpovídající na otázky: jak, proč, kdy, kde, za jakých podmínek
- d) méně vhodné pro učivo s jednoduchou strukturou a malého rozsahu
- e) nevhodné pro přehledně strukturované studijní materiály
- f) důležitý je kvalitní nácvik techniky v praxi
- g) technika není univerzálně použitelná pro všechny žáky, hlavně pro ty, co upřednostňují jiný styl učení než vizuální
- h) nevhodné pro velmi mladé žáky
- i) nevhodné pro žáky s nepřekonatelnými mezerami v předchozích znalostech
- j) nevhodné pro velmi nadané žáky, kteří nemají potřebu nové učební techniky.

Jak je uvedeno v literatuře [11], celý postup techniky pojmového mapování rozvíjí u žáků tyto schopnosti a dovednosti:

- a) přesné definování a pojmenovávání pojmů
- b) přesné identifikování slovních spojení, které nemají svůj ustálený název
- c) rozpoznávání a použití více názvů pro jediný pojem
- d) identifikace podřazených a nadřazených pojmů

- e) využívání různých charakteristik k rozlišení úzce souvisejících či podobných pojmů a vztahů
- f) rozvoj komunikačních schopností a slovní zásoby při popisu map
- g) různé způsoby pohledu při řešení problémů
- h) rozvoj spolupráce při skupinovém tvoření map
- i) podpora porozumění textu při čtení.

5. FYZIKÁLNÍ POJMY V RVP

Zavedením rámcových vzdělávacích programů do vzdělávání se stala fyzika součástí vzdělávací oblasti Člověk a příroda. V rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia (dále jen RVP G) jsou uvedeny klíčové kompetence, které by měly být rozvíjeny během výuky daných vyučovacích předmětů. Každá vzdělávací oblast v RVP G je rozdělena na vzdělávací obory, které jsou dány vzdělávacím obsahem prostřednictvím očekávaných výstupů a učivem. Vzdělávací obsah daného vzdělávacího oboru může být obsažen pouze v jednom vyučovacím předmětu nebo může být rozdělen do více předmětů. Očekávané výstupy a učivo definované pro vzdělávací obor v RVP G je závazné pro tvorbu učebních osnov vyučovacích předmětů v rámci školních vzdělávacích programů (dále jen ŠVP). Vzdělávací obsah oboru Fyzika rozpracovaný v RVP G nám ukazuje, které fyzikální pojmy jsou nezákladnější a nejdůležitější pro žákovo vzdělání [15].

5.1 Klíčové kompetence

Klíčové kompetence v RVP G jsou definovány jako „soubor vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot, které jsou důležité pro osobní rozvoj jedince, jeho aktivní zapojení do společnosti a budoucí uplatnění v životě“ [15, str. 8]. Utváření a rozvíjení klíčových kompetencí by mělo být součástí každé vyučovací hodiny daného předmětu. Podle mého názoru lze pomocí pojmových map začleněných do výuky rozvíjet jednotlivé kompetence, které jsou pro žáka důležité [15].

Rozvoj klíčových kompetencí z pohledu používání pojmových map ve výuce [15]:

Kompetence k učení: žák využívá pojmové mapování k plánování a organizování svého učení jako efektivní strategii učení, získává a kriticky hodnotí informace a poznatky potřebné k tvorbě pojmových map, dokáže zhodnotit změny a pokrok v tvorbě své pojmové struktury na základě diskuse s ostatními a poučení z vlastních chyb.

Kompetence k řešení problémů: žák dokáže analyzovat problém pomocí tvorby pojmové mapy a zapojení všech pojmů, které se naučil již dříve, nalézá vazby mezi

známými a novými pojmy, dívá se na problém z více pohledů, používá tvořivé a kritické myšlení, výsledky hodnotí a obhajuje.

Kompetence komunikativní: žák dokáže graficky vyjádřit vztahy mezi jednotlivými pojmy, jasně, stručně a srozumitelně formuluje pojem a vztah mezi pojmy, používá odborné názvy pro pojmy a označení, zapisuje matematické vztahy mezi veličinami s porozuměním, používá internet k hledání informací a dokáže vytvořit pojmovou mapu pomocí programu pro pojmové mapování (např. CmapTools), diskutuje a reviduje vztahy mezi pojmy s ostatními spolužáky, dokáže prezentovat a obhájit vztahy i pojmy ve své pojmové mapě.

Kompetence sociální a personální: žák dokáže spolupracovat při tvorbě pojmové mapy ve skupině, je schopen úcty, tolerance a empatie při diskusi a tvořivých nápadech spolužáků, přizpůsobuje svou pojmovou strukturu měnícím se podmínkám.

Kompetence občanská: žák si uvědomuje svoji zodpovědnost za svou práci i práci ve skupině při tvorbě pojmových map, respektuje různorodé názory, hodnoty a schopnosti spolužáků.

Kompetence k podnikavosti: žák používá pojmové mapování i při plánování a realizaci dalšího vzdělávání či řešení životních situací (vztahy, závislosti a podmíněnost mezi pojmy), podporuje inovativní přístup pojmových map, kde rozvíjí svou tvořivost.

5.2 Vzdělávací obor Fyzika

Jak je uvedeno v charakteristice vzdělávací oblasti Člověk a příroda, pro prakticky použitelné a kvalitní vzdělání žáků není důležité jen nalezení, pojmenování, popis a klasifikace pojmů, ale hlavně je důležité hledání souvislostí a vztahů mezi přírodními objekty a procesy [15].

Pro tvorbu učebních osnov pro vyučovací předmět Fyzika jsou v RVP G sepsány fyzikální pojmy, které jsou považovány za základní a měly by být základem fyzikálních vědomostí každého žáka. V učebních osnovách v rámci ŠVP jsou na škole tyto pojmy dále rozšířeny o pojmy další, které rozšiřují a upřesňují pojmy základní, uvedené v RVP G v přehledu očekávaných výstupů a učiva vzdělávacího oboru Fyzika. Pro přehlednost

uvádím výčet základních pojmů, jak je předepisuje RVP G. Pojmy jsou rozděleny do příslušných tematických okruhů [15]:

Fyzikální veličiny a jejich měření: fyzikální veličiny a jednotky, mezinárodní soustava jednotek (SI), vektorová a skalární veličina.

Pohyb těles a jejich vzájemné působení:

kinematika pohybu – vztažná soustava, poloha a změna polohy, rovnoměrný pohyb, rovnoměrně zrychlený/zpomalený pohyb, rychlost, zrychlení;

dynamika pohybu – hmotnost, síla (tlaková, třecí, pružnosti, gravitační, tíhová), moment síly, výslednice sil, Newtonovy pohybové zákony, inerciální soustava, hybnost, tlak, gravitační pole, práce, výkon, mechanická energie, zákony zachování (energie, hmotnosti, hybnosti);

mechanické kmitání a vlnění – kmitání mechanického oscilátoru, perioda, frekvence, mechanické vlnění, postupné vlnění, stojaté vlnění, vlnová délka, rychlost vlnění, zvuk, intenzita, hlasitost.

Stavba a vlastnosti látek:

kinetická teorie látek – struktura a skupenství látek, interakce částic;

termodynamika – termodynamická teplota, vnitřní energie, změna vnitřní energie, teplo, termodynamické zákony, měrná tepelná kapacita, přenos vnitřní energie;

vlastnosti látek - stavová rovnice ideálního plynu stálé hmotnosti, normálové napětí, Hookův zákon, povrchové napětí kapalin, kapilární jevy, součinitel teplotní roztažnosti kapalin a pevných látek, skupenské teplo, měrné skupenské teplo.

Elektromagnetické jevy, světlo:

elektrický náboj a pole – elektrický náboj a zákon zachování elektrického náboje, intenzita elektrického pole, vodič, izolant, elektrické napětí, kondenzátor;

elektrický proud v látkách – elektrický proud jako veličina, vedení elektrického proudu v kovech, polovodičích, kapalinách a plynech, Ohmův zákon pro část obvodu a uzavřený obvod, elektrický odpor, energie a výkon stejnosměrného proudu, polovodičová dioda;

magnetické pole – pole magnetů, pole vodičů s proudem, magnetická indukce, indukované napětí, elektromagnetická indukce;

střídavý proud – harmonické střídavé napětí a proud, frekvence, výkon střídavého proudu, generátor, elektromotor, transformátor;

elektromagnetické záření – elektromagnetická vlna, spektrum záření;

vlnové vlastnosti světla – šíření a rychlost světla v různých prostředích, stálost rychlosti světla v inerciálních soustavách, zákon odrazu světla, zákon lomu světla, index lomu, optické spektrum, interference;

optické zobrazování – zobrazení odrazem na kulovém a rovinném zrcadle, zobrazení lomem na tenkých čočkách, zorný úhel, oko, lupa.

Mikrosvět:

kvanta a vlny – foton, energie fotonu, korpuskulárně vlnová povaha záření a mikročástic, kvantování energie záření a mikročástic;

atomy – kvantování energie elektronů v atomu, spontánní a stimulované emise, laser, jaderná energie, syntéza a štěpení jader atomů, řetězová reakce, jaderný reaktor, zákon radioaktivní přeměny.

Základní fyzikální pojmy předepsané RVP G uvádím z toho důvodu, že právě tyto pojmy by měly být základem pro tvorbu pojmových map na daná témata. Pro žákovo porozumění fyzikální podstatě okolního světa jsou tyto pojmy zásadní, a proto by měly být tou nejzákladnější kostrou jeho pojmové struktury. Zda žák správně pochopil z výkladu učitele či z vlastního učení správný význam a provázanost daného pojmu s ostatními, lze zjistit právě pomocí pojmového mapování. Při tvorbě pojmových map, které jsou součástí této práce, jsem se snažila zakomponovat do nich všechny zde uvedené základní pojmy na dané téma.

6. POUŽITÍ POČÍTAČE PŘI MAPOVÁNÍ

Počítače se staly nedílnou součástí výuky na středních školách. Po žácích se požaduje, aby v rámci informatiky ovládali základní programy, práci na počítači a též uměli hledat i vyhodnocovat informace z internetu. Ve výuce fyziky se setkáváme s použitím počítače pouze v rámci prezentací nebo jiných výukových programů, popř. při ukázkách pokusů, simulací či animací. Žák nemá v rámci výuky možnost pracovat s počítačem a pouze pasivně přijímá informace z multimediálních zdrojů.

Jak bylo již uvedeno v bakalářské práci [5] k vytváření pojmových map lze použít počítačový software navržený speciálně pro tuto činnost. Společnost IHMC navrhla program CmapTools pro práci s pojmovými mapami tak, aby mohl být použitelný i na středních školách v různých zemích. Je zdarma ke stažení na stránkách společnosti a má velice jednoduché a intuitivní ovládání v češtině [2, 5, 11].

Pojmové mapování se již nějakou dobu s úspěchem používá v USA. Jak ukazují výsledky výzkumů společnosti IARE (Institute for the Advancement of Research in Education) zaměřené na využití a přínos těchto programů na školách. Vizuelní učení podporované těmito programy zlepšuje výkon studenta a proces učení nezávisle na obsahu a stupni vzdělávání. Žákům se ovládání programů jevílo jako snadné a vlastní možnost vizualizace problematiky ocenili jako inspirující a velmi zajímavou. Dále výsledky ukazují, že systémy pro tvorbu pojmových map [11]:

- a) pomáhají k zlepšení dovednosti čtení s porozuměním
- b) zlepšují dovednosti nalézání vztahů a kategorizace pojmů
- c) pomáhají k dosažení úspěšného řešení úkolů
- d) zlepšují zapamatování a vybavování učiva
- e) stimulují žákovo aktivní zapojení do vyučované tematiky.

Avšak efektivita používání těchto programů v praxi závisí hlavně na stylu učení žáka (zda preferuje psaní poznámek nebo je schopen se více naučit z poslechu výkladu), na povaze učiva, které má být mapováno, nebo na schopnosti popsat dané pojmy a vyjádřit jejich vztahy v počítačovém prostředí. Celý systém mapování by ale neměl zastínit čtyři základní strategie využití pojmového mapování ve výuce, tj. strategii

vyučování učitelem, strategii samostatného učení žáka, tvorbu a dosažení cílů daného předmětu i celé výuky a diagnostiku pochopení učiva z žakovských map. Důležitou podmínkou pro vytváření kvalitně strukturovaných map žákem je žákovo dokonalé pochopení techniky mapování a časté vytváření pojmových map doma i ve škole [11].

7. METODICKÁ PŘÍRUČKA PRO UČITELE

Pojmová mapa je výukový prostředek, který dokáže znázornit míru provázanosti žákových znalostí. Jde o „grafický nástroj pro znázorňování a organizování znalostí“ [5]. Cílem tohoto textu je vysvětlit čtenáři, jakým způsobem se vytváří pojmová mapa a jak ji lze zapojit do výuky fyziky na střední škole.

7.1 Základní vlastnosti pojmových map

Pojmová mapa má 3 základní prvky: pojmy, spojovací čára a spojovací slovo. Pojmy jsou základními stavebními kameny našich vědomostí. Jsou to slova nebo slovní spojení, která přiřazujeme objektům a jevům. V pojmových mapách je zobrazujeme v políčkách tvaru oválu nebo obdélníka. Vztah mezi dvěma pojmy znázorníme spojovací čarou, nad níž specifikujeme tento vztah vhodným spojovacím slovem, nejčastěji slovesem. Takto vytvořené vazby, tedy dva pojmy spojené spojovacím slovem, nám dávají tvrzení.

Pojmovou mapu konstruujeme k danému kontextu, který je uveden ústřední otázkou, na kterou má konstrukce pojmové mapy odpovědět. Tato ústřední otázka vytyčí klíčový pojem a pomáhá při konstrukci.

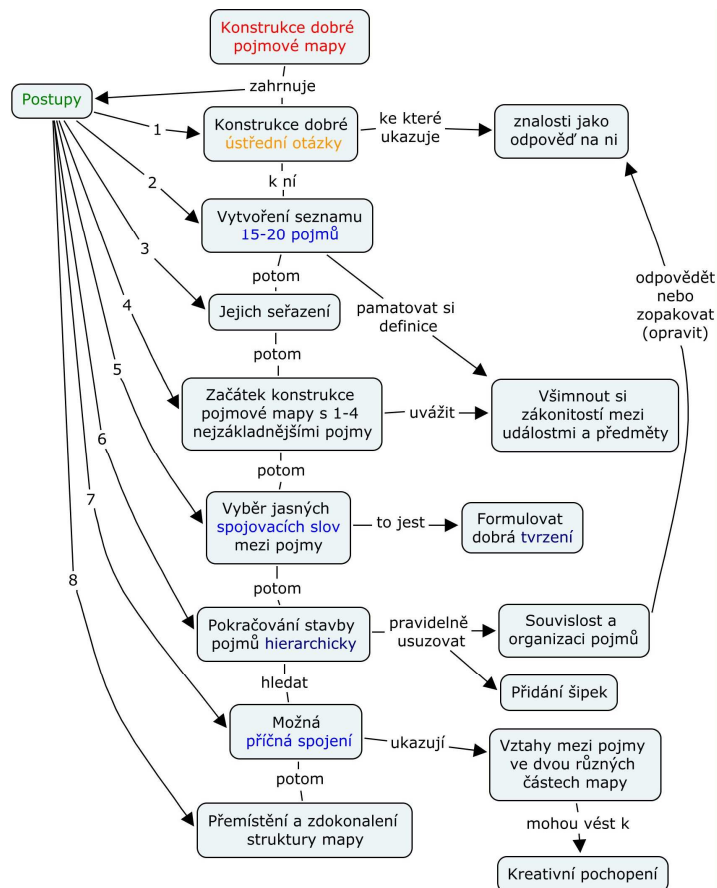
Důležitou vlastností pojmových map je dodržení hierarchického uspořádání. Klíčový pojem, k němuž se vztahuje tvorba celé mapy, je umístěn v horní části. A poté jsou směrem dolů zařazovány pojmy, od nejobecnějších k specifikovanějším. Souřadné pojmy je dobré zarovnávat na jednu úroveň. Z mapy by mělo být též zřejmé, které pojmy jsou nadřazené a které podřazené.

Dobrá pojmová mapa se vyznačuje i zařazením příčných vazeb. To jsou vazby spojující pojmy z různých částí mapy. Správné příčné vazby ukazují provázanost žákových znalostí a porozumění dané problematice. K vysvětlení pojmů lze v mapách použít i obrázky [5].

Pro přehlednost je zařazena pojmová mapa s názvem „Co jsou pojmové mapy?“ na obr. 1, z níž lze vyčíst základní vlastnosti pojmových map popsanych v této podkapitole [5].

pojmových map přibývají další pojmy. Zkonstruovaná pojmová mapa nám ukazuje současnou podobu našich znalostí, od které se můžeme posunout dál, například probráním dalšího učiva [5].

Hlavní kroky konstrukce přehledně ukazuje následující pojmová mapa na obr. 2 zkonstruovaná na ústřední otázku: „Jaké jsou kroky při stavbě pojmové mapy?“ [5].



Obr. 2 Pojmová mapa: Jaké jsou kroky při stavbě pojmové mapy? [5]

7.2.1 Chyby při konstrukci pojmových map

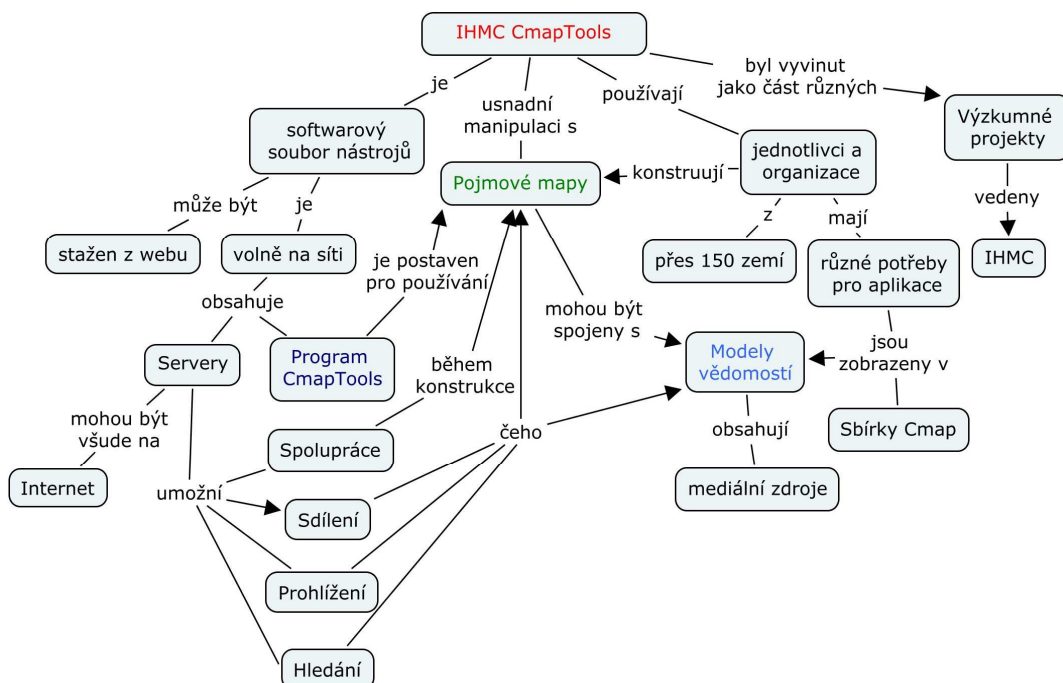
Při konstrukci pojmové mapy musíme dávat pozor na vytváření pojmů a jasných spojovacích slov, aby se z mapy dala vyčíst smysluplná tvrzení. Je nutné se přesně vyjadřovat při tvorbě spojovacích slov, tj. specifikaci vztahu mezi pojmy. Neměli bychom používat celé věty v políčkách jako pojmy [5]. Avšak z praktického tvoření map jsem došla k názoru, že někdy je nutné použít celé věty k dostatečnému pochopení dané problematiky, a to u přesného znění fyzikálních zákonů. Český jazyk má velkou

slovní zásobu a je tedy možné najít ta správná spojovací slova. Ale vytvořit všechna tvrzení ve správném tvaru, podle pravidel českého pravopisu, je někdy velmi obtížné. Tvorba pojmových map pomáhá k rozvoji vyjadřovacích a komunikačních schopností.

Dále bychom měli ke každému pojmu najít více jak jednu vazbu, aby nám nevznikla provazová mapa, kdy jde o spojení pojem – spojovací slovo – pojem - spojovací slovo – pojem atd. Taková konstrukce poukazuje na nepochopení učiva a provázanosti pojmů [5].

7.3 Program CmapTools pro pojmové mapování

Pro vytváření pojmových map je výhodné si zdarma stáhnout počítačový program CmapTools, který vytvořila společnost Institute for Human and Machine Cognition (zkráceně IHMC) a je k dispozici i v české verzi na jejich internetových stránkách [2]. Program je vhodný pro použití ve škole, kde si tak žáci i učitelé mohou ulehčit vytváření pojmových map. O programu CmapTools pojednává níže uvedená mapa [5].

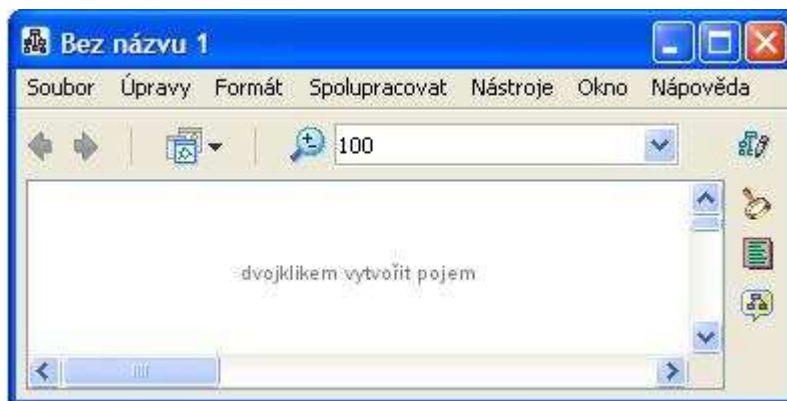


Obr. 3 Pojmová mapa: Co je CmapTools? [5]

Mapy uvedené v této práci byly vytvořeny právě v prostředí programu CmapTools, jehož ovládání je velmi jednoduché a intuitivní. V následující části je detailně popsáno ovládání programu CmapTools.

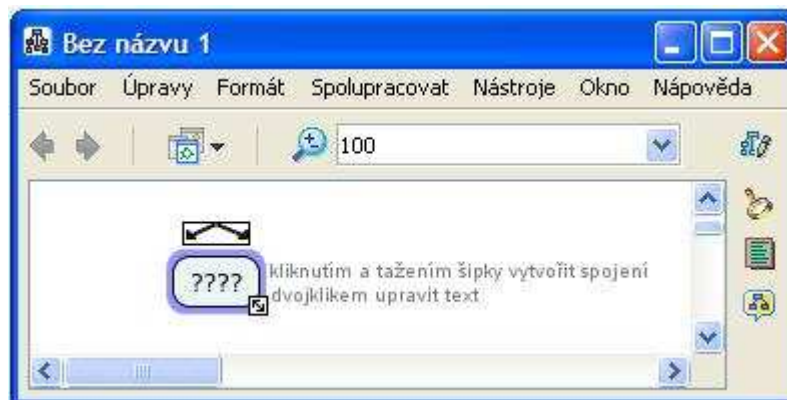
8.3.1 Ovládání programu CmapTools

Po nainstalování programu CmapTools v počítači se na ploše zobrazí ikona se zelenou hlavou na bílém pozadí s nápisem CmapTools. Po kliknutí na tuto ikonu se spustí program v novém okně, kde se zobrazí nabídka a pohledy na již vytvořené mapy. V nabídce Soubor po kliknutí na Nová Cmapa se otevře nové okno (viz obr. 4). Zde na bílé ploše je již napsán první krok, tj. „*dvojklikem vytvořit pojem*“. Ovládání je intuitivní a snadné, přičemž každý krok je popsán českými popisky, co je potřeba udělat. Po dvojkliku na libovolné místo, se ukáže políčko s otazníky a šipkami. Zároveň se vedle pracovního okna otevře nové malé okno „Styly“, kde si může uživatel nastavit typ a velikost písma, styl a barvu písma a zarovnání textu.



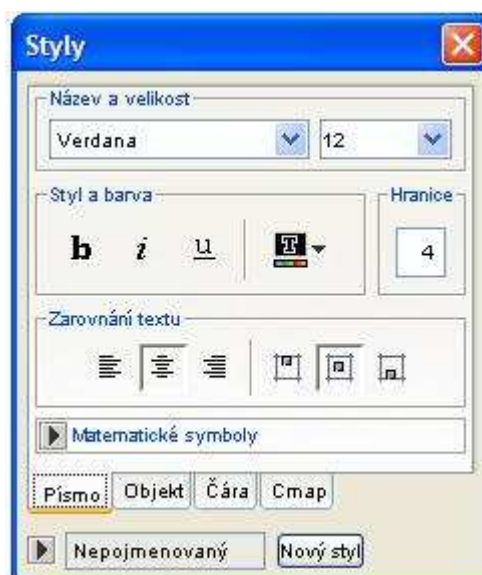
Obr. 4 Okno programu CmapTools pro novou Cmapu [2].

Vedle políčka s otazníky se objeví popisek „*kliknutím a tažením vytvořit spojení*“ a „*dvojklikem upravit text*“ (viz obr. 5). Pomocí šipky a držením levého tlačítka myši můžeme daným políčkem pohybovat. Dvojklikem do políčka se označí otazníky a do políčka můžeme vepsat název pojmu. Po dopsání názvu pojmu můžeme tento název upravovat, pokud je označen, ve vedlejším okně „Styly“ pod záložkou „Písmo“ (viz obr. 6). Možné je též vkládat matematické symboly, jako zlomky, odmocniny, řecká písmena, závorky, atd.



Obr. 5 Okno programu CmapTools s políčkem pro první pojem [2].

Celé políčko označíme jedním klikem myši na dané políčko. V tuto chvíli, kdy máme označen pojem, k němuž chceme vytvořit vazbu, klikneme na značku dvou šipek nad políčkem a táhneme (stiskem levého tlačítka myši) do směru, kde chceme mít další pojem. Program je tak uzpůsobený, že po puštění levého tlačítka myši se v okně objeví celá vazba na daný pojem, tedy šipka se spojovacím výrazem i další pojem. Další pojem se vepíše stejným způsobem, jak je uvedeno výše a na místě spojovacího slova je zase místo s otazníky, kam se vepíše charakteristika vazby mezi pojmy. Nad spojovacím slovem jsou též šipky, kde můžeme navázat další pojem na danou charakteristiku. Takto můžeme rozvíjet celou mapu.



Obr. 6 Vedlejší okno Styly programu CmapTools [2].

Pokud se podíváme podrobněji na vedlejší okno stylů (viz obr. 6), vidíme, že jsou zde další záložky „Objekt“, „Čára“, „Cmap“. Po označení políčka myší můžeme v záložce „Objekt“ nastavit barvu objektu, stín a tvar. Po kliknutí na čáru mezi pojmem a spojovacím slovem nebo mezi spojovacím slovem a pojmem můžeme měnit styl čáry v okně stylů, tj. barvu, tloušťku a styl čáry, tvar, směr připojení a šipky. Po kliknutí myši mimo pojmy i čáry můžeme měnit styl celé mapy, hlavně barvu pozadí.

Vytvářenou mapu je užitečné si průběžně ukládat pomocí příkazu „Uložit Cmapu jako“ v nabídce Soubor v pracovním okně. Ukáže se dotazník s políčky k vyplnění, kde je uvedena nápověda ke každému políčku. Pro pozdější návrat k mapě je dobré vyplnit většinu políček v první části, jako jsou „Název“, „Zaměřit otázku“, „Klíčová slova“. „Jazyk“ je přednastaven na češtinu. V dolní části dotazníku je uvedeno jméno autora, organizace a e-mail autora mapy. To je z důvodů rozlišení map v rámci CmapServers, jak bylo uvedeno v [5]. V nabídce Soubor je také možné exportovat mapu pomocí příkazu „Export Cmap jako“ do formátu obrázku, webové stránky apod.

V pracovním okně si můžeme všimnout i několika ikon na pravé straně. Jedna z nich je velmi důležitá, poněvadž nám ukazuje všechna jednotlivá tvrzení v mapě. Je to ikona vypadající jako list zeleného papíru s názvem „Zobrazení seznamu Cmap“. Po otevření se zobrazí čtyři záložky, a to „Tvrzení“, „Rozložení Cmapy“, „Pojmy“ a „Spojovací fráze“. Pod záložkou „Tvrzení“ jsou vypisována všechna tvrzení z mapy a pod „Rozložení Cmapy“ je mapa zobrazena jako stromový diagram. V sekci „Pojmy“ jsou vypisovány všechny pojmy zobrazené v mapě a u nich je uvedeno číslem, kolik vazeb jde k nim (odkazy dovnitř) a z nich (odkazy ven). Podobně je to vypisováno i pro spojovací fráze v sekci „Spojovací fráze“. [2]

Výhodou pojmového mapování pomocí počítače je možnost zásahu do mapy i v průběhu konstrukce a přemísťování pojmu nebo skupiny pojmů z jednotlivých stran mapy. To nejde v případě kreslených či psaných map na papír. Do pojmových map lze vložit i obrázky, či grafy. V nabídce Úpravy v pracovním okně lze nalézt i příkazy týkající se jen některých prvků mapy, tj. mohu příkazem „Vybrat spoje“ označit najednou všechny spojovací čáry v celé mapě a upravit je ve vedlejším okně stylů současně např. na stejnou barvu a šířku. Podobně mohu takhle upravit všechny pojmy a všechny spojovací fráze.

Na první pohled se může zdát nezasvěcenému uživateli, že prostředí programu CmapTools je pro začátečníka složitější z pohledu systému rozdělených oken, ale později zjistí, že je to efektivnější pro celkovou práci. I nabízený systém nápovědy je přehledný a logický [11].

7.4 Začlenění pojmových map do výuky

Pojmové mapy mohou být začleněny do výuky v jejich různých fázích. Na začátek vyučovaného celku jako motivace nebo ke zjištění předchozích znalostí, na něž se má navazovat. V průběhu tematického celku, kdy lze zjistit možné změny v pojmové struktuře žáka v návaznosti na nové poznatky. Nejčastější je však použití pojmových map na závěr celku, kdy lze z žákovských pojmových map vyčíst začlenění nových pojmů do stávající struktury a též i její reorganizaci [5].

Pokud chceme naučit žáky používat pojmové mapování k vizualizaci jejich vědomostí, je nutné začleňovat je do výuky postupně a hlavně vysvětlit pořádně žákům postup jejich konstrukce a možná úskalí (viz podkapitoly 7.2 a 7.2.1). Postupným procvičováním pojmového mapování se žák naučí nový způsob, jak se učit a též jak tvořivě myslet a přehodnocovat své vědomosti [5].

V literatuře je možné nalézt několik rad a zkušeností k zavedení a nácvičku pojmového mapování. Mareš [10] uvádí následující postup, kdy učitel nejdříve vybere nejdůležitější pojmy pro pochopení daného tématu žákem a sestaví z nich seznam. Sám si vytvoří vzorovou pojmovou mapu z vybraných pojmů. V hodině začne učitel motivačně, ukázkou principu pojmového mapování na jednoduchém příkladu, který zahrnuje pojmy, které jsou žákům dobře známé. Poté rozdělí žáky do skupin po 2 až 3 žácích a každý z nich dostane seznam pojmů s částečně vyplněnou mapou. Žáci by měli diskutovat o vhodném zařazení pojmů do mapy a učitel pouze individuálně radí. Je vhodné žákům ukázat na mapě, že obecné pojmy se píší nahoru a směrem dolů se vyskytují pojmy méně důležité a konkrétnější. Učitel nezasahuje do aktivní práce žáků vysvětlováním kroků konstrukce. Po skončení práce je žákům poskytnuta zpětná vazba, která může mít dvě podoby. Celá třída navrhuje řešení a jeden žák zaznamenává tyto nápady na tabuli. Vše probíhá pod dohledem učitele, který může diskutovat s žáky

jejich nápady. Nebo učitel předloží svou vzorovou mapu a žáci si své mapy porovnávají s jeho za případné diskuse.

Vanides a spol. [17] uvádějí tyto doporučení při zavádění pojmových map do výuky. Nejdříve je potřeba, aby učitel navrhl, jakým způsobem bude probíhat žákovská aktivita pojmového mapování. Krok č. 1 – Učitel vybere 8 – 12 pojmů, které se týkají klíčového pojmu. Užitím těchto pojmů při konstrukci vzorové mapy učitel zjistí, zda lze zkonstruovat tvrzení, která mají žáci znát a umět vytvořit na konci vyučovacího celku. Krok č. 2 – Učitel naplánuje, kde bude tato aktivita s tvorbou mapy začleněna v rámci vyučovacího celku, ve kterém okamžiku je důležité vědět žákovi míru porozumění (zpětná vazba) než se bude dále pokračovat ve výkladu. Krok č. 3 - Učitel vytvoří zadání činnosti pro žáky. Pro maximální vhled do struktury žákovských znalostí je možné zadat jen klíčové pojmy a neomezovat žákovi tvořivost časovým limitem. Žák má poté za úkol vytvořit hrubý náčrt pojmové mapy, poté ji překreslit na nový papír a doplnit o nové pojmy a vazby.

Pojmové mapování je potřeba s žáky trénovat, v úvodu je možné použít nějaký jednoduchý příklad s klíčovým pojmem, který žáci velmi dobře znají (např. jídlo, Sluneční soustava). Učitel vyzve žáky, aby napsali dalších 10 pojmů, které je napadnou v souvislosti s klíčovým pojmem a aby je poté seřadili od nejobecnějšího (nejdůležitějšího) k detailnějšímu (méně důležitějšímu), což zabere několik minut. Žákům lze poradit, aby psali pojmy tužkou (ne perem nebo propiskou) na papír nebo na malé lepicí papírky, se kterými mohou pohybovat po papíru při konstrukci mapy. Dále aby nadřazené pojmy psali do obdélníků nebo oválů a hlavně důležitější pojmy blíže klíčovému pojmu v horní části mapy. Učitel poté chce po žácích, aby spojili jeden pár souvisejících pojmů šipkou a popsali jejich vztah nad tuto šipku. Zdůrazní, že popis jejich vztahu je tou nejdůležitější vlastností pojmových map. Žáci pak takto pokračují se všemi pojmy. Je jim ponechán dostatek času (20 – 30 minut) na vytváření všech spojení, větvení, úrovní hierarchií, příčných vazeb a uvádění příkladů. Zásadním krokem je vytvoření první individuální mapy každým žákem, což vyvolá osobní porozumění technice pojmového mapování. Učitel může podpořit žákovi tvořivost sdělením, že žák může měnit mapu i v průběhu vytváření a též že neexistuje jedna správná varianta u každého spojení. Vytvoření mapy jako činnost celé třídy je časově

náročné a neangažuje všechny žáky. Žáci mají v malých skupinkách diskutovat o rozdílech a podobnostech ve svých individuálních mapách. Nakonec každá skupina prezentuje nejdůležitější tvrzení pro celou třídu a vysvětluje svoji volbu. Učitel žákům shrne, že právě vytvořili pojmovou mapu a že je to dobrý způsob, jak se učit. Další vyučovací hodinu již následuje konstrukce žákovských map na téma z učiva, kdy učitel zadá klíčový pojem, popř. několik dalších pojmů. Na konci hodiny učitel mapy žákům posbírá, prohlédne si je, avšak nehodnotí a neznámkuje, jen navrhne možné zlepšení. Další hodinu vrátí učitel mapy žákům a může je s nimi prodiskutovat. Dále jim navrhne možnost přehodnocení, přidání, vypuštění některých vazeb či reorganizaci mapy nebo možnost začít tvořit mapu úplně znova kdykoli budou chtít, protože každá pojmová mapa se vyvíjí v průběhu času a změnou pojmové struktury v závislosti na nových okolnostech a poznacích [17, 19].

Ze zkušeností s pojmovými mapami ve výuce uvádí Zeilik ve svém článku [19] tyto praktické rady. Čas učitelovy přípravy je minimální, pokud žáci sami konstruují mapy, ale daleko časově náročnější je navrhovat doplňovací mapy. Učitel by měl jednu hodinu věnovat vysvětlení techniky pojmového mapování žákům a poté s nimi dlouhodobě procvičovat. V hodině by aktivita pojmového mapování měla dostat prostor nejméně 30 minut. Je možné konstruovat mapy jednotlivě nebo v menších skupinkách, což je výhodnější ve větších třídách. Učitel by si měl uvědomit, že pojmové mapování je velmi náročný myšlenkový úkol pro žáka a vytvořené pojmové mapy jsou těžko srovnatelné jak mezi jednotlivými žáky, tak mezi skupinami.

Pojmovou mapu lze použít ve výuce třemi různými způsoby [19]:

- a) souhrnná pojmová mapa – učitelem vytvořená mapa objasňuje základní pojmy a vztahy mezi nimi a efektivní výuka je navržena v korespondenci se strukturou pojmové mapy (časově náročné pro učitele)
- b) pomůcka při výuce – učitel představí vzorovou pojmovou mapu (vyplývající ze souhrnné mapy, ale detailnější) celé třídě se zdůrazněním základních pojmů a vazeb, může se na ni v průběhu výuky odkazovat a ukazovat rozšiřování vazeb (pozor, někteří žáci si ji budou chtít zapamatovat, místo přemýšlení o vztazích v ní)

- c) pomůcka při učení – žáci vytvářejí vlastní mapy pokrývající část učiva z učebnice a sami hledají vyjádření vztahů mezi pojmy.

Hotové pojmové mapy předložené žákům mají jen malý vzdělávací potenciál, avšak důležité pojmy v této grafické podobě jsou efektivnější pomůckou pro zapamatování než souvislý text učebnic. Při pročitání mapy musí žáci o spojeních přemýšlet a ne se je jen bezmyšlenkovitě naučit [11]. Nejvíce nám řekne mapa, kterou žák vytváří jen s malým množstvím pojmů. Mapa vytvořená učitelem je vždy komplikovanější než ta žákova na stejné téma [17]. Je nutné žákům zdůraznit, že pojmová mapa není správná nebo nesprávná, protože každý žák má jiné předchozí znalosti a pojmovou strukturu, a tedy i jím vytvořená mapa bude jiná než u ostatních [14].

Pro přehlednost uvádím i některé možné variace zadání pojmových map [19]:

- a) skupinové mapy – zadání pro 3 – 4 žáky ve skupině, kteří pracují společně na jedné mapě, což je obohacující na zkušenosti ze spolupráce, diskuse, argumentace, mezilidské sdílení nápadů
- b) doplňovací mapy – z hotové mapy učitel vymaže pojmy a nechá spojovací čáry a slova vyjadřující vztahy mezi pojmy, žák má za úkol doplnit pojmy do mapy tak, aby tvrzení dávala smysl (vhodné pro malé třídy i na představení nového tématu)
- c) doplňovací mapy s výběrem – učitel vybere z hotové mapy $\frac{1}{3}$ pojmů a sepíše je do vedlejšího seznamu, žáci poté vybírají a vracejí pojmy do mapy na správná místa (předpokladem je, že myšlení žáka se blíží myšlení učitele, a klíčem k úspěchu je vybrat pojmy z různých úrovní hierarchie, aby měli sousední a předchozí vazby)
- d) zadání seznamu pojmů – učitel zadá seznam 10 až 20 pojmů a požádá žáky o konstrukci mapy pouze z těchto pojmů (důraz je kladen na vazby)
- e) zadání s naznačenými pojmy – učitel zadá seznam 5 až 10 pojmů a vyzve žáky, aby konstruovali mapu s těmito pojmy a dodali stejný počet vlastních pojmů k tématu

- f) mapa s řízenou volbou pojmů – učitel zadá 20 pojmů, z nichž si žáci mají vybrat 10 ke konstrukci mapy (učitel se zaměří na pojmy, které použili a které ne).

Při zavádění pojmových map do výuky je nutné věnovat alespoň jednu hodinu školení žáků ohledně základních prvků, kroků konstrukce a zmínění chyb, kterých by se žáci neměli dopouštět. Poté je třeba naučenou aktivitu pojmového mapování průběžně opakovat a diskutovat problémy s žáky. Ti si mohou zkoušet vytvářet pojmové mapy i doma a poté je srovnávat se svými spolužáky. Pro žáky je jistě nejefektivnějším způsobem učení se, vytváření vlastních pojmových map, kde upotřebí tvořivé i kritické myšlení a budou aktivně přijímat vědomosti. Učitel si může vybrat z různých variant, kdy a jakým způsobem začlení pojmovou mapu do výuky i jaké zadání pro žáky zvolí. Jsem si vědoma toho, že v nabitých učebních osnovách se skrývá jen málo času na další aktivity žáků, ale podle výsledků mé bakalářské práce [5] si myslím, že pojmové mapování je aktivita velmi blízká žákům a může jim otevřít nový prostor pro práci s jejich vědomostmi za účelem lepšího učení, zapamatování a práce s informacemi. I bez dlouhodobého nácviku jsou žáci schopni vytvářet jednoduché pojmové mapy, protože jsou blízké pojmové struktuře v jejich mozku. Jen ji tímto způsobem přenesou na papír a vidí, které pojmy jsou izolované a kterým naopak dobře rozumí. Pro učitele je to další možnost, jak zjišťovat znalosti žáků, avšak bez stresu z písemek a formou, která je žákům velmi blízká a může je i bavit. Z těchto důvodů bych pojmové mapování doporučila k použití ve výuce fyziky na českých základních i středních školách.

7.5 Hodnocení pojmových map

Pojmové mapy lze využít i jako diagnostický prostředek procesu učení. Možnost zjišťování a hodnocení znalostí pomocí pojmových map může učiteli otevřít další pohled do žakových vědomostí, který je daleko hlubší a širší než u ústního zkoušení nebo testů [11]. Mapy vytvořené žákem jsou nejprospěšnější pro žakovo učení. Dokážou odhalit žakovy chybné představy, které tradiční nástroje pro hodnocení neodhalí [18].

Žák by měl brát hodnocení jako zpětnou vazbu, jak dokáže použít poznatky, co se naučil, jak pochopil vztahy mezi pojmy v rámci daného učiva, v čem udělal pokrok a

s čím má stále problémy. Tyto aspekty jsou důležité i jako zpětná vazba pro učitele, jak pečlivě vysvětlil danou problematiku a s jakou mírou porozumění žáci přijali nové informace. Pokud nemá žák žádné zkušenosti s vytvářením pojmových map, není vhodné používat pojmové mapy k hodnocení žáka známkou [13]. Na což upozornil i Mudrák [12] ve výsledcích svého výzkumu, kdy se při vyhodnocování žákovských map ukázalo, že jsou rozdíly v pochopení daných pojmů jak mezi učitelem a žáky, tak i mezi žáky navzájem. A vyzdvihl potřebu vysvětlení postupu konstrukce pojmových map a jejich procvičování dříve, než je pojmových map použito k hodnocení [12].

Hodnocení pojmových map bylo již nastíněno v šesté kapitole bakalářské práce [5], kde byly uvedeny příklady dvou původních způsobů hodnocení od Miroslava Prokší i Novaka a Gowina. V literatuře se objevují ještě další metody hodnocení, pro ilustraci zde uvádím ještě několik metod skórování žákovských pojmových map podle J. R. McClure, který rozděluje skórování na [10, 11]:

- a) „holistické – podle celkového dojmu bez podrobné analýzy, pomocí bodové škály od 1 do 10 bodů či pomocí srovnání se vzorovou mapou
- b) strukturální – hodnocení strukturální části mapy (počet spojení mezi pojmy, počet hierarchií, uvedení příkladů aj.) nebo srovnání se strukturou vzorové mapy
- c) relační – hodnocení jednotlivých tvrzení až 3 body (popis vztahu dvou pojmů spojovacím slovem, zapojení do hierarchie), kdy součet bodů dává celkové skóre, nebo kombinace s porovnáním se vzorovou mapou.“

Michael Zeilik [19] uvádí podle svých zkušeností tento postup při hodnocení. Ze začátku, kdy se žáci učí používat pojmové mapy, je dobré hodnotit jejich mapy se zaměřením na kvalitativní stránku s důrazem na přesnost a platnost uvedených tvrzení, avšak bez použití bodování a známkování. Při kvalitativním posuzování žákovy mapy si můžeme pomoci odpověďmi na následující otázky: Jsou zobrazeny nejdůležitější pojmy? Jsou vazby mezi pojmy vědecky přijatelné? Je zastoupeno podstatné množství větvení, úrovní hierarchie a příčných vazeb? Ukazují některá tvrzení na to, že má žák významné mylné představy? Jaké změny se staly v žákově mapě během dnů a týdnů?

Postupem času, kdy učitel i žáci získají dostatečnou zkušenost s mapováním, je možné vyzkoušet nějaký způsob kvantitativního hodnocení, například podle Novaka: 1 bod za každé správné tvrzení, 5 bodů za každou platnou úroveň hierarchie, 10 bodů za platnou příčnou vazbu a 1 bod za každý příklad [19].

Několik rad z praxe používání pojmových map v přírodovědných třídách uvádí i Vanides a spol. [17] Pro učitele je velmi informativní i rychlé prohlédnutí žákovských map bez formálního třídění a hodnocení. Ukáže mu, co si žáci myslí a s kterými pojmy mají problémy. Je vhodné se zaměřit na následující faktory:

- a) složitost mapy – informativní a lze snadno určit (odborníci tvoří složité mapy, žáci s malou praxí mapy jednodušší)
- b) existence nejdůležitějších tvrzení – jsou to taková tvrzení, která učitel očekává, že je žáci budou znát po ukončení výuky daného tématu a že je bude obsahovat jejich mapa (pokud chybí, nemusí žák chápat vztahy mezi základními pojmy daného tématu)
- c) kvalita tvrzení – žák může vyznačit vztahy mezi pojmy, ale je potřeba, aby učitel zjistil, zda žák tyto vztahy dobře chápe a jsou vyjádřeny smysluplně (bodování: 0 – špatné, 1 – částečně správné, ale vědecky slabé, 2 – vědecky správné)

Součet bodů u jednotlivých tvrzení dává celkové skóre. Je možná i varianta s barevným kódováním, kdy pro jednotlivé bodové ohodnocení tvrzení použijeme určitou barvu anebo jen zelenou barvou zvýrazníme nejdůležitější tvrzení v mapě, což poskytne žákovi i učiteli přehled o propracovanosti mapy. Učitel z map určí časté mylné představy žáků a diskutuje o nich s třídou nebo jednotlivci. V případě nepochopení u většiny žáků je vhodné zařadit další vysvětlení daných pojmů [17].

Podle mého názoru je učitelem vytvořené barevné kódování kvality tvrzení v žákovských mapách nevýhodné, protože může žákům zkomplikovat orientaci v jejich mapě. Použití zelené barvy pro zvýraznění nejdůležitějších tvrzení v žakově černobílé mapě při jejím kvalitativním hodnocení, může být vhodné. Ale barevné rozlišení je výhodné pro rozdělení pojmů na základní a doplňující pojmy, pokud toto rozlišení

provádí žák sám ve své mapě. Vše je na domluvě mezi žákem a učitelem, co jim vyhovuje a na co jsou zvyklí.

Do této doby jsme se zabývali hodnocením žákovských pojmových map, které žáci tvořili celé sami. Hodnocení map je závislé i na způsobu zadání pro žáky, jakou pojmovou mapu mají vytvářet. V předchozím textu jsme uvedli, že pojmová mapa může být zadána ústřední otázkou a klíčovým pojmem (popř. celým seznamem pojmů nebo jeho částí) a úkolem žáka je vytvořit pojmovou strukturu odpovídající na ústřední otázku. Takto vytvořené žákovské mapy může učitel porovnat se vzorovou mapou, kterou většinou vytváří sám před zadáním žákům. Výsledkem je zjištění chybného porozumění pojmům a jejich vztahům u jednotlivých žáků. Další variantou je porovnání map ve skupině žáků, ke kterému dochází při diskusi ohledně tvrzení v mapě a zjištění porozumění dané problematice [11].

Pokud učitel zadá žákům doplňovací mapu nebo doplňovací mapu s výběrem, má ulehčenou práci při hodnocení. V doplňovací mapě jsou promyšleně vynechané pojmy nebo vztahy (naznačené šipkami, ale chybí spojovací slova) a žáci mají za úkol doplnit chybějící položky, a tak dokázat porozumění danému tématu. Lze porovnávat se vzorovou mapou. Při hodnocení doplňovací mapy s výběrem je vhodné procentuální hodnocení, tj. kolik procent je zařazeno správně. Další variantou je obohacování zadané mapy, kdy žáci dostanou hotovou strukturu a další seznam pojmů a mají správně navázat na pojmy v hotové mapě. Zde se hodnotí správnost místa zařazení a definování nových vazeb [11, 19].

V bakalářské práci [5] jsem navrhla vlastní hodnotící systém, podle něhož jsem hodnotila pojmové mapy žáků. Hodnocení kombinovalo porovnání žákovských map se vzorovou mapou a obodování jednotlivých komponent, tj. 3 body za každé správné tvrzení (1 bod za každý pojem a 1 bod za spojovací slovo), 2 body za úroveň hierarchie, 5 bodů za správnou příčnou vazbu, 2 body za příklad (obrázek, graf) a bonusový +1 bod navíc za každé další tvrzení, které nebylo ve vzorové mapě [5]. V průběhu bodování jednotlivých map jsem dospěla k názoru, že je potřeba tento hodnotící systém trochu přehodnotit. Několikrát jsem se dostala do situace, kdy v tvrzení byly použity správné pojmy, ale spojovací slovo vyjadřující jejich vztah nebylo nejlépe zvolené. Proto bych se přiklonila k názoru, inspirovanému zkušenostmi Vanidese v [17], hodnotit spojovací

slova vyjadřující vzájemný vztah pojmů pomocí kvality daného tvrzení. Správné tvrzení obsahující dva spojené pojmy se spojovacím slovem, které vědecky správně vyjadřuje jejich vztah, bych ohodnotila 3 body, jak bylo již uvedeno. Spojí-li žák dva pojmy a popíše jejich vztah spojovacím slovem, které není vědecky správné, ale jen částečně správné, potom bych toto tvrzení ohodnotila 2 body. Pokud žák pouze spojí dva související pojmy, ale neuvede popis jejich vztahu, poté bych toto tvrzení ohodnotila jen 1 bodem. Žák ví, že tyto dva pojmy spolu souvisí, ale neví, jak by tento vztah vyjádřil. Za zcela vědecky nesprávnou formulaci tvrzení, které ukazuje na mylné pochopení vztahu mezi pojmy, bych přidělila 0 bodů a upozornila žáka na spojení těchto pojmů. Myslím si, že je vhodné po hodnocení mapy sepsat žákovi ty nejpodstatnější chybné představy, kterých se dopustil.

Jak už bylo řečeno v předchozí podkapitole, neexistuje jedna správná varianta pojmové mapy. Každý žák má jinou pojmovou strukturu a k tomu je též nutné přihlížet při hodnocení jeho mapy. Učitel by se měl při hodnocení soustředit na provázanost základních pojmů a jejich vztahy, a zda je z žákovy mapy poznat porozumění danému tématu. Vzorová mapa vytvořená učitelem není brána jako „ta jediná správná“, ale jako pomůcka pro porovnávání při hodnocení. Jsou v ní vyznačeny ty nejzákladnější vztahy, které by měl žák znát a uvést je ve své mapě. Ale každý další pojem správně navázaný žákem v jeho mapě je ukazatelem propojenosti pojmů v žákově pojmové struktuře, a proto by měl být kladně ohodnocen. To zařizují bonusové body při hodnocení. Pokud je tedy další pojem, který není ve vzorové mapě, správně navázán na základní pojmy mapy a jeho vztah k pojmům je vědecky správně vyjádřen, žák za takové tvrzení dostane 3 + 1 bod. Další položky ve vlastním hodnotícím systému bych nechala zachovány, tj. 2 body za úroveň hierarchie, 5 bodů za správnou příčnou vazbu, 2 body za příklad (obrázek, graf). Na závěr musím však podotknout, že výběr způsobu hodnocení map svých žáků je zcela na rozhodnutí učitele.

8. ANALÝZA POJMOVÝCH MAP

Součástí této práce je vytvoření pojmových map na některá témata z učiva středoškolské fyziky. Z toho důvodu byly jako výchozí materiály vybrány učebnice fyziky, které jsou nejpoužívanější na českých středních školách.

Pojmové mapování jako žákova aktivita je velmi specifický proces, kde se projevuje žákova individualita, tvořivost a hlavně pojmová struktura, která je jedinečná a odráží postup žákova myšlení a zapamatování. Proto je důležité, aby učitel tuto jedinečnost akceptoval a pohlížel na každou mapu vytvořenou žákem jako na originální dílo. Každý žák má jiné myšlenkové postupy, a proto jím vytvořená mapa k danému klíčovému pojmu a ústřední otázce bude mít vždy jiný tvar a strukturu než učitelova mapa, tj. i mapa uvedená v této práci. Avšak tvrzení vytvořená ze základních a ostatních pojmů musí být vědecky správná, pravdivá a musí odpovídat skutečnosti. Na to je potřeba dbát při každém vytváření map i při jejich hodnocení ze strany učitele i žáků. Proto berte mapy vytvořené v této práci jako jednu z možností, jak může vypadat mapa zkonstruovaná k určitému klíčovému pojmu a odpovídající na danou ústřední otázku.

Prvním tematickým celkem, se kterým se žáci na střední škole setkávají, je mechanika. Pojmové mapy k tomuto celku byly zpracovány podle učebnice Fyzika pro gymnázia: Mechanika, autorů Milana Bednaříka a Miroslavy Široké [1]. Učebnice je graficky rozčleněna na základní a další učivo, které zahrnuje rozšiřující a doplňující učivo. Pojmy pro tvorbu map byly vybírány ze základního učiva daného touto učebnicí, aby vyhovovaly většině žáků. Pokud budou sestavovat mapu žáci s větším zájmem o fyziku, lze uvedené mapy obohatit o další pojmy z rozšiřujícího a doplňujícího učiva. Níže sepsaný výčet map je seřazen podle probíraného učiva v učebnici Fyzika pro gymnázia: Mechanika a je vždy uveden názvem klíového pojmu a ústřední otázkou, na kterou má mapa odpovídat.

Pojmové mapy k učivu Mechanika (viz přílohy č. I - XVI):

1. Fyzika – Co vše popisuje fyzika?
2. Soustava fyzikálních veličin a jednotek – Co tvoří soustavu fyzikálních veličin a jednotek?

3. Fyzikální veličiny – Jak rozdělujeme fyzikální veličiny?
4. Pohyb tělesa – Co vše popisuje pohyb tělesa?
5. Nerovnoměrný přímočarý pohyb – Jak bychom popsali nejjednodušší nerovnoměrné pohyby?
6. Volný pád – Jaké veličiny popisují volný pád tělesa?
7. Rovnoměrný pohyb po kružnici – Jakými veličinami popisujeme pohyb hmotného bodu po kružnici?
8. Dynamika hmotného bodu – Co vše je příčinou pohybu tělesa?
9. Energie – Jaké formy energie znáš?
10. Mechanická práce W – S čím souvisí mechanická práce?
11. Gravitační pole – Které síly na nás působí díky gravitaci?
12. Pohyby těles v homogenním tíhovém poli Země – Jakým způsobem se pohybují tělesa v homogenním tíhovém poli Země?
13. Pohyby těles v gravitačním poli Slunce – Co popisují Keplerovy zákony?
14. Mechanika tuhého tělesa – Jak se pohybuje tuhé těleso?
15. Tekutiny – Jaké mechanické vlastnosti mají tekutiny?
16. Tlak p – Jaké druhy tlaku působí na tělesa v tekutinách?

V následující části textu se podrobněji podíváme na vytvořené mapy a upozorníme na důležité vlastnosti. Pojmové mapy můžeme zadávat pomocí klíčového pojmu a ústřední otázky nebo i pomocí seznamu základních pojmů (pozn. u každé mapy odlišeny kurzivou). Při konstrukci pojmové mapy bychom měli dávat pozor na umístování pojmů, kdy obecnější by měly být výše v mapě a blíže klíčovému pojmu a též pojmy stejné důležitosti by měly být v jedné úrovni hierarchie.

Uvedené tři mapy znázorňují úvodní poznatky učiva mechaniky a hodí se podle RVP G do tematického okruhu Fyzikální veličiny a jejich měření. Znalost fyzikálních veličin a jednotek, mezinárodní soustavy jednotek i vektorových a skalárních veličin bude žáky provázet celé studium [15].

Pojmová mapa: 1. Fyzika – Co vše popisuje fyzika?

Tato mapa v příloze č. I je uvedena klíčovým pojmem fyzika a má odpovídat na ústřední otázku „Co vše popisuje fyzika?“ Mapa byla vytvořena jako úvod do učiva fyziky. Mezi základní pojmy této mapy patří *látka, tělesa, pole, molekuly, atomy, fyzikální veličiny, soustava fyzikálních veličin a jednotek, mezinárodní soustava jednotek, SI*.

Při konstrukci mapy by měl žák použít výše uvedené pojmy a navázat další pojmy příslušnými vazbami. Z vytvořené pojmové mapy je možné vyčíst např. toto tvrzení. Fyzika studuje hmotné objekty. Hmotné objekty se vyskytují ve formě látky nebo pole. Látka zahrnuje tělesa, molekuly a atomy. Molekuly jsou složeny z atomů. Tělesa mohou být plynná, kapalná nebo pevná. Pole je např. gravitační, elektrické nebo magnetické.

Uvedená tvrzení obsahuje jedna větev pojmové mapy. Je důležité si uvědomit, které pojmy jsou významově souřadné. Pojmy plynná, pevná, kapalná jsou zarovnané do jednoho řádku a ukazují tak stejnou úroveň, souřadnost. Ale zároveň jsou všechny podřazené pojmu tělesa. Podobně pojmy gravitační, elektrické, magnetické jsou zarovnané do sloupku a všechny jsou podřazené pojmu pole.

Další větev mapy se odvíjí od vlastností a změn vlastností hmotných objektů. Z mapy je možné vyčíst, že hmotné objekty charakterizují vlastnosti a změny vlastností. Tyto vlastnosti a změny vlastností vyjadřují fyzikální veličiny. Fyzikální veličiny označujeme značkami, jako např. V , F , m . Fyzikální veličiny mají hodnotu, která se skládá z číselné hodnoty a měřící jednotky. Fyzikální veličiny a měřící jednotky jsou sepsány do soustavy fyzikálních veličin a jednotek, kterou tvoří základní veličiny a odvozené veličiny. Měřící jednotky určuje Mezinárodní soustava jednotek, která se značí SI. Mezinárodní soustava jednotek je tvořena základními a odvozenými

jednotkami, díly a násobky jednotek a dalšími jednotkami. Základní veličiny odpovídají základním jednotkám. Odvozené veličiny odpovídají odvozeným jednotkám.

Uvedená větev mapy se váže k základnímu pojmu fyzikální veličina. Pro žáky je nejdůležitější, aby si uvědomili, že každá fyzikální veličina má svou hodnotu složenou z číselné hodnoty a měřící jednotky. Tato mapa se podrobněji nezabývá soustavou fyzikálních veličin a jednotek, a proto není nutné podrobně rozepisovat jednotlivé příklady jednotek. Avšak aby si žáci alespoň připomněli, které jednotky patří do jednotlivých skupin jednotek, je zde použito více pojmů v jednom políčku, tj. příklady značek jednotek příslušné daným skupinám. Příklady: základní jednotky jsou m, kg, s, A, K, mol, cd; odvozené jednotky jsou např. m/s, rad, sr; díly jednotek jsou mili-, mikro-, nano-, piko-. Je však nutné, aby žáci měli již nějaké znalosti značek jednotek ze základní školy, aby je zde mohli použít.

V mapě lze uvádět i příklady, tedy lze pro lepší pochopení začlenit i pojmy, které zcela neodpovídají danému tématu. Uvádím tento poznatek hlavně kvůli začlenění pojmů objem, síla a hmotnost do mapy. A následné začlenění značek V , F , m jako příklady značek fyzikálních veličin. Tyto pojmy nejsou povinné a žák si může pro zapamatování vybrat i jiné fyzikální veličiny jako příklad.

Hlavním cílem mapy v příloze č. I je odpovědět na otázku Co vše popisuje fyzika? Žáci by měli být schopni rozeznat rozdíl mezi látkou a tělesem, látkou a polem, fyzikální veličinou a fyzikální jednotkou i určit vztah mezi molekulami a atomy.

Pojmová mapa 2. Soustava fyzikálních veličin a jednotek – Co tvoří soustavu fyzikálních veličin a jednotek?

Mapa je uvedena v příloze č. II a odpovídá na ústřední otázku: „Co tvoří soustavu fyzikálních veličin a jednotek?“ Klíčovým pojmem je soustava fyzikálních veličin a jednotek. Základní pojmy jsou *základní veličiny, odvozené veličiny, základní jednotky, odvozené jednotky, díly jednotek, násobky jednotek, další jednotky, délka l , hmotnost m , čas t , elektrický proud I , termodynamická teplota T , látkové množství n , svítivost I , ampér, kandela, kelvin, kilogram, metr, mol, sekunda, mili-, mikro-, kilo-, mega-*.

Dalo by se říci, že tato mapa je rozpracovanou částí mapy předchozí. Je zaměřena právě na soustavu fyzikálních veličin a jednotek. Zde by žáci měli ukázat znalost základních fyzikálních jednotek a k nim odpovídajících veličin a též umět vyjádřit díly a násobky jednotek pomocí celých mocnin čísla deset. Žáci zde mohou uvést příklady odvozených veličin a jejich jednotek a též příklady dalších jednotek. Pro přehlednost jsou v políčkách pro pojmy uvedeny i značky veličin a jednotek v závorce. U základních jednotek se předpokládá propojení znalosti značek i názvů jednotek, a proto je zde použito rozšířené vyjádření vazby mezi názvem jednotky a její značkou, např. ampér se značí A. V případě odvozených veličin je čistě na žakových znalostech, které odvozené veličiny a jejich jednotky uvede, proto se již značky odvozených jednotek píšou dovnitř políčka s názvem jednotky do závorky. Cílem tohoto zkráceného značení je přehlednost v mapě.

U dílů a násobků jednotek je vždy uvedena předpona a v závorce písmeno, které označuje díl či násobek jednotky. Z mapy tak například vyčteme, že díly jednotek jsou dány předponami deci- (d-) a to je 10^{-1} násobek jednotky. Z důvodu přehlednosti jsou díly a násobky jednotek zarovnány do sloupce a zvýrazněny jako skupina (souřadných pojmů), ale vede k nim pouze jedna šipka z nadřazeného pojmu. Z uvedeného je však zřejmé, že daná vazba platí pro všechny podřazené pojmy. Tedy např. násobky jednotek jsou dány předponami hekto- (h-), kilo- (k-), mega- (M-), giga- (G-), tera- (T-). Mezi další jednotky mohou žáci zařadit minutu (min), hodinu (h), litr (l) nebo tunu (t).

Pro vizuální přehlednost a bezprostřední snadnou orientaci v mapě jsou použity různé barvy políček. Veličiny a jim odpovídající jednotky jsou v různých odstínech jedné barvy. Tedy základní veličiny v červené barvě a základní jednotky ve světle červené barvě. Podobně i odvozené veličiny jsou v tmavě modré barvě políček a odvozené jednotky v barvě světle modré. Těchto efektů lze docílit právě používáním počítačového programu CmapTools k vytváření map. Pro snadnou orientaci v mapě má tento program mnoho výhod.

V programu lze též změnit tvar políček, jak je vidět i v této mapě. Základní veličiny a odvozené veličiny, jako jedna úroveň hierarchie a zároveň nejdůležitější pojmy, jsou v oválných políčkách. Další souřadná úroveň hierarchie je vyobrazena v obdélníkových políčkách, tj. pojmy základní jednotky, odvozené jednotky, díly

jednotek, násobky jednotek, další jednotky. I různý tvar políček přispívá k lepší orientaci v mapě. Naše pozornost vyhledává právě ty pojmy, co se liší barvou, či tvarem.

Žákům můžeme zadat vypracování této mapy pouze ústřední otázkou a klíčovým pojmem, ale též několika základními pojmy. Podle mého názoru je lepší dát žákům volnost při výběru příkladů u odvozených veličin a jednotek a u dalších jednotek. Je však nutné dbát na to, aby žáci nezaměňovali základní jednotky za odvozené, odvozené za další a násobky za díly jednotek. Žáci by také neměli zapomínat na značení veličin a jednotek při vpisování názvů veličin či jednotek do políček.

Pojmová mapa 3. Fyzikální veličiny – Jak rozdělujeme fyzikální veličiny?

V souvislosti s kapitolou 1.4 Skalární a vektorové fyzikální veličiny v učebnici Fyzika pro gymnázia: Mechanika [1] byla vytvořena mapa z přílohy č. III k ústřední otázce: „Jak rozdělujeme fyzikální veličiny?“ Klíčový pojem je fyzikální veličiny a základními pojmy jsou *skalární veličiny*, *vektorové veličiny*, *skaláry*, *vektory*, *číselná hodnota*, *měřicí jednotka*, *směr*, *velikost vektoru*, *operace s vektory*.

Pojmová mapa má odhalit rozdíly mezi skalárními a vektorovými veličinami. Žák by je měl umět rozeznávat a umět s nimi pracovat. Z mapy je zřejmé, že fyzikální veličiny se dělí na skalární a vektorové veličiny. Skalární veličiny nazýváme skaláry a jsou určeny číselnou hodnotou a měřicí jednotkou. Vektorové veličiny se nazývají vektory a jsou určeny číselnou hodnotou, měřicí jednotkou, a hlavně navíc směrem. Vektorové veličiny zobrazujeme orientovanými úsečkami, které mají počáteční bod, svou délku a orientaci, která určuje směr vektoru. Délka orientované úsečky určuje velikost vektoru, který je též tvořen číselnou hodnotou a měřicí jednotkou. Velikost vektoru je tedy skalár. Operace s vektory jsou násobení vektoru reálným číslem, dělení vektoru reálným číslem, sčítání vektorových veličin, odčítání vektorových veličin, rozklad vektoru do 2 daných směrů.

První hierarchická úroveň je tvořena základními a nejdůležitějšími pojmy skalární veličiny a vektorové veličiny. Zvýrazněn je hlavní rozdíl, že vektory mají navíc směr, k velikosti vektoru. Pro lepší porozumění mohou žáci doplnit příklady skalárních

(objem V , čas t) a vektorových veličin (síla F , hybnost p). Ve všech mapách jsou značky vektorových veličiny zvýrazněny tučně a značky skalárních veličin nejsou zvýrazněné. Toto rozlišení pomáhá žákům si hned na první pohled uvědomit, o jaký typ veličiny se jedná.

Operace s vektory jsou doplněny obrázky, kde vektorovou veličinu zastupuje síla F . Na prvních čtyřech obrázcích je červenou barvou vyznačena výslednice sil. Na posledním je výslednice černou barvou a rozložené síly barevně. Začlenění obrázků do mapy (mimo políčka) přispívá k lepšímu porozumění dané problematice. Druhá hierarchická úroveň je reprezentována jednotlivými operacemi s vektory.

Při konstrukci této mapy žák prokazuje znalost rozdílů mezi skalárními a vektorovými veličinami. Důležité je pro žáka správné porozumění pojmům velikost a směr vektoru a souvislost s orientovanou úsečkou. Pro správné používání vektorů je důležitá i znalost operací s vektory, tedy jejich rozlišení a správný postup při konstrukci výslednice. K tomu žákům pomohou obrázky v mapách. Je dobré žáky upozornit na možnost připojení obrázků do mapy.

Následující čtyři mapy znázorňují kinematiku hmotného bodu a dají se zařadit podle RVP G do tematického okruhu Pohyb těles a jejich vzájemné působení. Žáci rozlišují pohyb rovnoměrný, rovnoměrně zrychlený, rovnoměrně zpomalený a rozumí pojmům rychlost, zrychlení a vztažná soustava [15].

Pojmová mapa 4. Pohyb tělesa – Co vše popisuje pohyb tělesa?

V příloze č. IV je uvedena pojmová mapa znázorňující základní poznatky o pohybu těles a rovnoměrném přímočarém pohybu. Klíčový pojem je pohyb tělesa a ústřední otázkou je „Co vše popisuje pohyb tělesa?“ Žák by měl do mapy zapojit tyto základní pojmy: *hmotný bod, vztažná soustava, trajektorie, dráha s hmotného bodu, okamžitá rychlost v , průměrná rychlost v_p , pohyb rovnoměrný, pohyb nerovnoměrný, pohyb přímočarý, pohyb křivočarý, rovnoměrný přímočarý pohyb.*

Při popisu pohybu tělesa nahrazujeme těleso hmotným bodem, kdy zanedbáme rozměry i tvar tělesa, ale hmotnost tělesa ztotožníme s hmotností hmotného bodu. Tyto výchozí poznatky nám dokládá jedna větev mapy vpravo nahoře vedle klíčového pojmu. Dále z mapy můžeme vyčíst následující tvrzení: pohyb tělesa je relativní vzhledem k vztažnému tělesu, kterým může být například povrch Země. Vztažné těleso, čas t a soustava souřadnic tvoří dohromady vztažnou soustavu. Pohyb tělesa je znázorněn geometrickou čarou, která se nazývá trajektorie a její tvar určuje pohyb křivočarý (znázorňuje křivka, například kružnice nebo parabola) nebo pohyb přímočarý (znázorněný přímkou). Délka trajektorie se nazývá dráha s hmotného bodu a je funkcí času t . Rozlišujeme okamžitou rychlost \mathbf{v} a průměrnou rychlost v_p . Průměrná rychlost v_p je skalár a je dána jako podíl dráhy s a doby t pohybu. Jednotkou rychlosti je $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Okamžitá rychlost \mathbf{v} je vektor a její velikost je dána podílem změny dráhy Δs za krátkou dobu Δt . Okamžitá rychlost \mathbf{v} má směr tečny k trajektorii pohybu. Velikost okamžité rychlosti je konstantní při rovnoměrném pohybu a mění se při pohybu nerovnoměrném. Rovnoměrný přímočarý pohyb má trajektorii tvaru přímky a platí pro něj, že velikost okamžité rychlosti v se rovná průměrné rychlosti v_p a je konstantní. Její velikost je dána uvedeným vztahem, kde s_0 je počáteční dráha v čase t_0 . Těleso se přemístí o dráhu $s = s_0 + v \cdot t$.

Na začátek je důležité, aby si žáci uvědomili rozdíl mezi tělesem a hmotným bodem. Dále se pohyb tělesa zjednodušuje na pohyb hmotného bodu. Podle volby vztažné soustavy, kterou tvoří dohromady vztažné těleso, čas t a soustava souřadnic, můžeme rozhodnout, zda je těleso v klidu nebo v pohybu. Větev mapy zabývající se trajektorií je spojena s větví o vztažné soustavě pomocí příčné vazby, a to tvrzením: trajektorie závisí na volbě vztažné soustavy. Tvar trajektorie určuje pohyb křivočarý nebo přímočarý. To jsou souřadné pojmy, a proto jsou zarovnány na jeden řádek jako úroveň hierarchie. Podobně u pojmů pohyb rovnoměrný a pohyb nerovnoměrný. Žáci by měli umět rozlišovat jednotlivé druhy pohybů a vědět, jakým kritériem byly druhy rozděleny. Pro přehlednost jsou všechny druhy pohybů zobrazeny v obdélníkových políčkách, avšak druhy pohybů podle tvaru trajektorie jsou žlutě zvýrazněny a druhy pohybu podle změny velikosti rychlosti jsou zvýrazněny červeně. Spojením pojmů z obou skupin druhů pohybů nám vznikne pohyb rovnoměrný přímočarý. Pojmovou mapu můžeme tvořit postupně, nejdříve celou vrchní část, která pojednává o pohybu

tělesa obecně, a později po probrání rovnoměrného přímočarého pohybu, můžeme doplnit do mapy i tuto část.

Pro lepší orientaci v mapách jsou v políčkách uvedeny fyzikální veličiny v následujícím tvaru: název veličiny a její značka. Proto nalezneme v mapách např. políčko čas t nebo dráha s hmotného bodu. Pro rozlišení vektorových a skalárních veličin jsou použity úpravy popsané výše, tj. značky vektorových veličin jsou zvýrazněny tučně. Žáci by si měli dávat pozor na rozlišování vektorové veličiny a velikosti vektorové veličiny. Velikost vektorové veličiny je skalár, proto není zvýrazněna tučně.

Výhodou barevného rozlišení políček je možnost vyjádření souvislostí mezi pojmy v různých částech mapy. Například s pojmem trajektorie souvisí pojmy pohyb křivočarý a přímočarý, dráha s a metr m. Výhodou je i používání vzorců v políčkách. Tak si žáci zopakují vzorce, které se mají naučit v závislosti na důležitých pojmech. Propojením pojmů a vzorců dochází k lepšímu porozumění daných vztahů, poněvadž si žáci nepamatují pouze vzorce, ale musí prokázat i znalost použitých veličiny a vlastností veličin.

Při popisu veličin užitých ve vzorci v políčku používáme vyjádření: značka veličiny – název veličiny. Proto je pro přehlednost u vzorců o velikosti rychlosti v a dráze s použito políčko s_0 – počáteční dráha. Připisování jednotek k fyzikálním veličinám pomáhá žákům uvědomovat si jejich provázanost a i nutnost je uvádět při řešení příkladů. Převodní vztah mezi $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ a $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ použitý v mapě dokládá, že ho žáci umí používat při řešení příkladů.

Pojmová mapa 5. Nerovnoměrný přímočarý pohyb – Jak bychom popsali nejjednodušší nerovnoměrné pohyby?

Mapa v příloze č. V s klíčovým pojmem nerovnoměrné pohyby odpovídající na otázku „Jak bychom popsali nejjednodušší nerovnoměrné pohyby?“ v sobě zahrnuje popis rovnoměrně zrychleného a rovnoměrně zpomaleného pohybu. Základní pojmy jsou *zrychlení a , okamžitá dráha s , počáteční dráha s_0 , okamžitá rychlost v , počáteční rychlost v_0 .*

Mezi nejjednodušší nerovnoměrné pohyby patří rovnoměrně zrychlený a rovnoměrně zpomalený přímočarý pohyb. Při nerovnoměrném přímočarém pohybu se mění velikost i směr vektoru rychlosti \mathbf{v} . Velikost rychlosti v je funkcí času t . Tuto závislost popisuje veličina zvaná zrychlení \mathbf{a} , která charakterizuje změnu vektoru rychlosti \mathbf{v} v daném čase. Rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb i rovnoměrně zpomalený přímočarý pohyb je popsán veličinami: počáteční rychlost v_0 , okamžitá rychlost v , počáteční dráha s_0 , okamžitá dráha s a zrychlení \mathbf{a} . U rovnoměrně zrychleného pohybu má zrychlení \mathbf{a} stejný směr jako okamžitá rychlost \mathbf{v} a u rovnoměrně zpomaleného pohybu je směr vektoru zrychlení \mathbf{a} opačný než směr okamžité rychlosti \mathbf{v} . U obou pohybů je okamžitá dráha s i okamžitá rychlost v funkcí času t a trajektorií těchto pohybů je přímka.

Ve vrchní části mapy jsou znázorněny obecné poznatky o nerovnoměrném přímočarém pohybu. Napravo o změnách velikosti a směru vektoru rychlosti \mathbf{v} a o tvaru trajektorie. Po levé straně jsou uvedeny příklady tohoto druhu pohybu, které žákům pomáhají propojit poznatky s praxí, a poté celá větev pojednává o pojmu zrychlení \mathbf{a} . Do dalších dvou větví je rozdělen přímočarý pohyb na rovnoměrně zrychlený a rovnoměrně zpomalený. Oba pohyby spojuje pojem přímka, jako tvar jejich trajektorie. V každé větvi jsou uvedeny ekvivalentní vztahy pro velikost okamžité dráhy s a velikost okamžité rychlosti v . Žáci by si tak měli uvědomit, jaké rozdíly jsou mezi těmito druhy pohybů, což jim pomůže při řešení příkladů. Jednotlivé vztahy jsou rozděleny podle výchozích podmínek, tedy podle nulových a nenulových hodnot počáteční dráhy s_0 nebo počáteční rychlosti v_0 .

Pojmová mapa 6. Volný pád – Jaké veličiny popisují volný pád tělesa?

Volný pád je klíčovým pojmem v mapě v příloze č. VI, která odpovídá na otázku „Jaké veličiny popisují volný pád tělesa?“ Základní pojmy této mapy jsou *počáteční rychlost v_0 , okamžitá rychlost v , okamžitá dráha s , tíhové zrychlení g .*

V předchozí mapě žáci popisovali rovnoměrně zrychlený pohyb. Volný pád je rovnoměrně zrychlený pohyb a koná ho těleso volně padající ve vakuu. Proto lze popsat volný pád stejnými veličinami jako v předchozí mapě. Avšak musíme dávat pozor na specifické znaky. Počáteční rychlost v_0 je při volném pádu nulová. Zrychlení u volného

pádu směřuje svisle dolů a nazývá se tíhové zrychlení g . Jeho velikost je dána velikostí normálního tíhového zrychlení rovného hodnotě $9,80665 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, ale pro výpočty se zaokrouhluje na hodnotu rovnu $9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, popř. na hodnotu $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Okamžitá rychlost v má směr tíhového zrychlení g . Při řešení příkladů se s výhodou využívá vztahů pro dobu dopadu a rychlost dopadu, pokud známe výšku h , z níž těleso padá. Tyto vztahy jsou odvozeny ze vzorce pro okamžitou dráhu s .

Pojmová mapa 7. Rovnoměrný pohyb po kružnici – Jakými veličinami popisujeme pohyb hmotného bodu po kružnici?

Ústřední otázkou „Jakými veličinami popisujeme pohyb hmotného bodu po kružnici?“ je uvedena pojmová mapa v příloze č. VII. Klíčový pojem je rovnoměrný pohyb po kružnici a základní pojmy tvoří *perioda T , frekvence f , úhlová dráha φ , úhlová rychlost ω , okamžitá rychlost v , dostředivé zrychlení a_d* .

Rovnoměrný pohyb po kružnici je nejjednodušším křivočarým pohybem, jehož trajektorie má tvar kružnice. Spojnice středu této kružnice a hmotného bodu tvoří průvodič. Pohyb po kružnici je pohyb periodický, který je popsán oběžnou dobou neboli periodou T , což je doba, za níž průvodič opíše $\varphi = 2\pi$. S periodou souvisí pojem frekvence f uvedeným vztahem (viz mapa v příloze č. VII) a je definována jako počet oběhů hmotného bodu za jednotku času. Jednotkou periody T je sekunda s a jednotkou frekvence f je hertz Hz , jenž má rozměr s^{-1} .

Rovnoměrný pohyb po kružnici je popsán těmito veličinami. Úhlová dráha φ je definována jako podíl délky s oblouku kružnice, který hmotný bod urazí, a poloměru r kružnice. Jednotkou úhlové dráhy φ je radián se značkou rad . Podíl změny úhlové dráhy $\Delta\varphi$ a doby Δt pohybu hmotného bodu po kružnici se rovná úhlové rychlosti ω , kterou lze vyjádřit v závislosti na periodě T i frekvenci f daného pohybu. Jednotka úhlové rychlosti ω je $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ nebo s^{-1} . Okamžitá rychlost v je vektor, který má směr tečny ke kružnici v daném bodě a je kolmý na průvodič. Velikost okamžité rychlosti v je závislá na poloměru r kružnice a úhlové rychlosti ω . Dostředivé zrychlení a_d je vektorová veličina, která má směr do středu kružnice. Velikost dostředivého zrychlení je závislá na poloměru r kružnice a lze ji vyjádřit pomocí úhlové rychlosti ω nebo velikosti okamžité rychlosti v podle uvedených vztahů (viz příloha č. VII).

Žáci by měli ke každé veličině doplnit její jednotku, aby si uvědomili např. rozdíl mezi jednotkami úhlové rychlosti ω a okamžité rychlosti v . Jednotka veličiny frekvence f je nazvána po známém fyzikovi, a proto je v políčku pod značkou Hz napsán v závorce název této jednotky hertz. Toto označení pomáhá žákům v uvědomění si souvislosti mezi historií fyziky a zavedením jednotlivých značek veličin. Je vhodné do mapy zapojit i vztahy vyjadřující závislost úhlové rychlosti ω a velikosti okamžité rychlosti v na periodě T i frekvenci f . Barvami jsou znovu rozlišeny jednotlivé větve mapy a jejich nejdůležitější poznatky.

Následující mapy bychom mohli zařadit podle RVP G do tematického okruhu Pohyb těles a jejich vzájemné působení – dynamika pohybu. Žáci s porozuměním používají pojmy hmotnost, síla a její druhy, Newtonovy pohybové zákony, hybnost, zákony zachování, gravitační pole, práce, výkon, energie, tlak [15].

Pojmová mapa 8. Dynamika hmotného bodu – Co vše je příčinou pohybu tělesa?

Pojmová mapa v příloze č. VIII shrnuje poznatky tematického celku dynamika hmotného bodu, což je i jejím klíčovým pojmem. Celá mapa odpovídá na ústřední otázku „Co vše je příčinou pohybu tělesa?“ Je to rozsáhlá mapa, v níž jsou zařazeny tyto základní pojmy: *síla F , N (newton), dostředivá síla F_d , dostředivé zrychlení a_d , třecí síla F_t , hybnost p , Newtonovy pohybové zákony, inerciální soustava, setrvačná odstředivá síla F_s , Zákon zachování hmotnosti, Zákon zachování hybnosti.*

Mapa je barevně rozdělena do jednotlivých větví, podle posloupnosti jednotlivých probíraných témat. Tuto rozsáhlejší mapu lze konstruovat postupně, v závislosti na časovém uspořádání probíraného učiva v jednotlivých hodinách fyziky, nebo najednou po probrání celého učiva dynamiky, jako závěrečné opakování. V druhém případě je podle mého názoru vhodnější mapu konstruovat například v menších skupinkách žáků. Při rozboru předchozích map byla uvedena jednotlivá tvrzení, jež můžeme z mapy vyčíst. Zde již nebudeme vypisovat všechna tvrzení, ale soustředíme se na ta, která jsou významná a mohou být problematická.

Pokud se budeme řídit učebnicí fyziky [1] lze mapu sestrojovat tímto způsobem. Na počátku si žáci zopakují, co se naučili na základní škole o veličině zvané síla F , jejíž jednotkou je N (newton). Nejdůležitější částí tohoto celku je vyslovení Newtonových pohybových zákonů. Pro přehlednost jsou v každé mapě rozlišeny názvy zákonů políčky ve tvaru obdélníka. Pro správné vyjádření zákonů je v políčkách uvedeno plné znění těchto zákonů, i když jde o celé věty v políčkách. V názvech zákonů je použita zkratka NPZ, která znamená Newtonovy pohybové zákony. Poté už jsou v závorkách uvedeny jednotlivé názvy zákonů, např. 2. NPZ (zákon síly). Druhý pohybový zákon lze vyjádřit i pomocí veličiny hybnost p . Zde můžeme vidět použití příčné vazby mezi větví popisující Newtonovy pohybové zákony a větví vztahující se k pojmu hybnost p . Pokud žáci v mapě používají příčné vazby, je to důkaz provázanosti a porozumění pojmům.

K pojmu hybnost p se dále vztahují i základní zákony zachování a to Zákon zachování hmotnosti a Zákon zachování hybnosti. Názvy zákonů jsou odlišeny obdélníkovými políčky a znění zákonů je uvedeno ve formě věty v jednom políčku. Některé zákony jsou pro lepší porozumění vyjádřeny i ve formě obecného zapsání dané rovnosti.

V celé mapě se opíráme o těleso (zjednodušeně hmotný bod), na něž působí síla F . Toto uvažované těleso má samozřejmě svoji hmotnost m , která je použita ve všech vzorcích, avšak není u každého vzorce zmíněna. Pokud správně žák uvede, že síla F působí na těleso (hmotný bod) a dále že těleso má hmotnost m , poté se v dalších vzorcích předpokládá, že m značí hmotnost uvažovaného tělesa. Uvede-li však žák u každého vzorce popis všech použitých veličin, je to pro něj lepší, poněvadž si opakuje a propojuje dané pojmy.

Žáci se již setkali s některými druhy sil, ale pokud budeme následovat učebnici [1], více se zaměříme na dostředivou sílu F_d a třecí sílu F_t . Při popisu síly F jako veličiny na počátku probíraného celku jsme uvedli, že síla F je vektor. Tato vlastnost síly platí pro všechny její druhy. Tedy při pokročilejším mapování nemusíme u dostředivé síly F_d a třecí síly F_t uvádět spojení s pojmem vektor, ale stačí vždy zařadit spojovací slova „má velikost“ a hlavně „má směr“. Použití obou těchto spojovacích slov

nám indikuje, že se jedná o vektorovou veličinu. Vektory jsou též vyznačeny v každé mapě tučným písmem.

Vložením příkladu z praxe si žáci uvědomí, že probírané poznatky nejsou jen věty bez použitelnosti, ale že fyzikální jevy je obklopují v celém světě. Takovým příkladem z praxe může být použití pojmu ložiska v souvislosti s třecí silou. Na závěr celku dynamika v učebnici se žáci seznámí ještě s rozdílem mezi inerciální a neinerciální soustavou a s tím související setrvačnou odstředivou silou F_s .

Pojmová mapa 9. Energie – Jaké formy energie znáš?

Energie je klíčovým pojmem mapy soustředující se na otázku „Jaké formy energie znáš?“ Tato mapa je uvedena v příloze č. IX a lze ji zadat těmito základními pojmy: *energie, formy energie, přenos energie, přeměna energie, celková mechanická energie E , kinetická energie E_k , potenciální energie E_p , tíhová potenciální energie E_{p_t} , mechanická práce W , Zákon zachování mechanické energie ZZME, Zákon zachování energie ZZE*.

Nyní si popíšeme některá tvrzení z pojmové mapy týkající se energie, s kterými by mohli mít žáci problémy. Energie charakterizuje stav soustavy těles a souvisí s pojmem práce, která charakterizuje děj, kdy nastává přenos nebo přeměna energie. Celková mechanická energie E je tvořena součtem kinetické energie E_k a potenciální energie E_p tělesa a je popsána zákonem zachování mechanické energie (se zkratkou ZZME). Pokud uvažíme energii obecně a nebudeme se zabývat pouze jednou formou energie, tj. mechanickou energií, pak obecně přeměny energie jsou popsány zákonem zachování energie (se zkratkou ZZE), který patří mezi nejdůležitější přírodní zákony. Oba tyto zákony platí v izolované soustavě těles, která není ovlivněna ani odporem prostředí, ani třecími silami.

Důležitý vztah mezi prací a energií žáci mohou vyjádřit následujícími tvrzeními. Změna kinetické energie ΔE_k se rovná práci vykonané výslednicí působících sil. Aby nedocházelo k častým chybám, kterých se žáci většinou dopouštějí při vyjadřování změny kinetické energie ΔE_k pomocí rozdílu $E_{k2} - E_{k1}$, je do mapy vložen i vzorec vyjadřující tento rozdíl v závislosti na rychlostech (viz mapa v příloze č. IX). Žáci si tak

uvědomí, že nelze tento rozdíl vyjádřit jako druhou mocninu rozdílu rychlostí, ale správně jako rozdíl druhých mocnin rychlostí (po vytknutí $\frac{1}{2}m$).

Úbytek tíhové potenciální energie ΔE_p se rovná práci vykonané tíhovou silou. To je další tvrzení vyjadřující vztah mezi energií a prací. Žáci by měli rozlišovat potenciální energii a tíhovou potenciální energii. Jak je uvedeno v mapě (viz příloha č. IX) potenciální energie existuje u těles v silových polích jiných těles a speciálně tíhová potenciální energie existuje u těles v tíhovém poli Země. Při vyjadřování vztahu pro tíhovou potenciální energii E_p si žáci musí uvědomit, že výška h ve vzorci pro tuto energii $E_p = m \cdot g \cdot h$ je vztažena k nulové hladině tíhové potenciální energie, která byla nejdříve určena (většinou povrch Země).

Pojmová mapa 10. Mechanická práce W – S čím souvisí mechanická práce?

„S čím souvisí mechanická práce?“ je ústřední otázkou pojmové mapy s klíčovým pojmem mechanická práce W v příloze č. X. Základní pojmy, kterými můžeme tuto pojmovou mapu zadávat spolu s ústřední otázkou, jsou: *síla F , dráha s , úhel α , J (joule), výkon P , průměrný výkon, okamžitý výkon, příkon P_o , W (watt), účinnost η .*

Mechanická práce W charakterizuje děj, kdy nastává přenos nebo přeměna energie a při němž dochází k přemístění tělesa vlivem síly. Tato síla je konstantní a přemístí těleso o dráhu s , která udává trajektorii pohybu. Směr síly F a trajektorie pohybu svírají úhel α . Žáci by si měli pamatovat celý vztah pro mechanickou práci i s činitelem $\cos \alpha$, protože právě podle tohoto činitele dokážou odhadnout, kdy bude konána největší a kdy nejmenší (až nulová) práce. Jednotka mechanické práce J (joule) má rozměr N·m, což lze odvodit ze vzorce popsaného výše (viz příloha č. X). Mechanická práce W souvisí s výkonem P , který má jednotku W (watt). Rozlišujeme průměrný a okamžitý výkon. Žáci by měli dokázat vysvětlit, jaký je rozdíl mezi těmito výkony a jak je lze vyjádřit. Průměrný výkon udává podíl celkové práce a času vykonání této práce. Okamžitý výkon znamená podíl práce vykonané za velmi krátký čas Δt a tohoto času. Okamžitý výkon lze ale vyjádřit i v závislosti na velikosti okamžité rychlosti tělesa a to součinem velikosti působící síly a velikosti okamžité rychlosti tělesa. Veličina účinnost η vyjadřuje využití energie strojem a udává se

v procentech. Je definovaná jako podíl výkonu P a příkonu P_0 , kde příkon P_0 udává energii dodanou stroji za čas Δt .

Kapitola gravitační pole v učebnici Mechaniky [1] je rozdělena do těchto tří pojmových map, které se zabývají obecně gravitačním polem, poté pohyby těles v tíhovém gravitačním poli Země a v gravitačním poli Slunce.

Pojmová mapa 11. Gravitační pole – Které síly na nás působí díky gravitaci?

Mapa v příloze č. XI se zabývá obecně gravitačním polem a otázkou „Které síly na nás působí díky gravitaci?“ Klíčovým pojmem je gravitační pole a na něj navazují základní pojmy: *gravitační síla F_g , Newtonův gravitační zákon, χ – gravitační konstanta, gravitační zrychlení a_g , centrální pole, homogenní pole, setrvačná odstředivá síla F_s , tíhová síla F_G , tíhové zrychlení g , tíhové pole.*

Žáci si musí uvědomit, že gravitační pole mají všechny hmotné objekty. Je jim jasné, že jsou to například Slunce, Země nebo Měsíc, ale Newtonův gravitační zákon platí i pro tělesa menší, například i pro lidi a věci kolem nás. Gravitační působení mezi Zemí a Měsícem je viditelné a snadno představitelné, ale gravitačními silami na sebe působí i stůl a kniha, ale tyto síly jsou v porovnání s dvojicí Země – Měsíc daleko menší. Žáci by se tento fakt měli uvědomit i z hodnoty gravitační konstanty χ . Gravitační síla F_g uděluje tělesu gravitační zrychlení a_g , které směřuje do středu Země a jehož velikost není závislá na hmotnosti uvažovaného tělesa. Směr gravitačního zrychlení a_g , určuje typ gravitačního pole. Centrální pole, dané směrem gravitačního zrychlení do středu Země, je prostorově neohrazené a v blízkosti povrchu Země přechází v pole homogenní, kde směr gravitačního zrychlení a_g je kolmý na povrch Země. Pro názornost je v políčkách pro typ gravitačního pole nakreslen šipkami směr gravitačního zrychlení okolo Země a na povrchu Země.

Žáci by měli rozlišovat gravitační sílu F_g a tíhovou sílu F_G . Tíhová síla F_G vznikne jako výslednice složením gravitační síly F_g a setrvačné odstředivé síly F_s (je důsledkem zemské rotace) působící na těleso. Tíhová síla F_G udává tělesu tíhové zrychlení g a obě tyto veličiny se mění v závislosti na zeměpisné šířce. Pro lepší

porozumění je vhodné, aby si žáci nakreslili obrázek a poté do mapy zapsali výsledky, jak se mění velikost tíhové síly na pólu a na rovníku. Z odlišnosti hodnot tíhového zrychlení na pólu a na rovníku se ustanovilo normální tíhové zrychlení g_n , jehož hodnota je uvedena v mapě (viz příloha č. XI). Žáci si samozřejmě nemusí pamatovat hodnoty tíhového zrychlení na pólu a na rovníku, ale měli by vědět, s jakou hodnotou mají počítat v příkladech a proč je to právě tato hodnota. Uvedení rozdílných hodnot velikosti tíhového zrychlení g na pólu a rovníku v mapě má jen dokreslovat situaci, kde je tíhová síla největší a nejmenší.

Pojmová mapa 12. Pohyby těles v homogenním tíhovém poli Země – Jakým způsobem se pohybují tělesa v homogenním tíhovém poli Země?

Klíčovým pojmem mapy v příloze č. XII je pojem pohyby těles v homogenním tíhovém poli Země. Pomocí ústřední otázky „Jakým způsobem se pohybují tělesa v homogenním tíhovém poli Země?“ můžeme do pojmové mapy zahrnout tyto základní pojmy: *vakuum, volný pád, vrhy těles, počáteční rychlost v_0 , tíhové zrychlení g , svislý vrh vzhůru, vodorovný vrh, šikmý vrh vzhůru, výška vrhu h , délka vrhu d , doba pohybu, elevační úhel α , souřadnice místa vrhu, souřadnice bodu v čase t , parabola, balistická křivka.*

Pojmová mapa zahrnuje čtyři druhy pohybů těles, které uvažujeme za hmotné body. Mapa se dá konstruovat postupně po částech, najednou celá nebo popřípadě se dají z uvedené mapy vytvořit čtyři malé podmapy. Volný pád jako jedna z možných malých podmap byla vytvořena již v učivu kinematiky (viz příloha č. VI). Zde při obsáhlejšímu popisu pohybů těles je vhodné uvést jen nejzákladnější poznatky, ale hlavně umět poznatky předchozí ohledně volného pádu začlenit do nového učiva. Další malé podmapy by mohly vzniknout na klíčové pojmy svislý vrh vzhůru, vodorovný vrh a šikmý vrh vzhůru podle barevného schématu, který rozlišuje jednotlivé větve mapy. Podle mého názoru je však nejlepší způsob sestavit jednu shrnující mapu na konci tematického celku. Ovšem je též možné postupně doplňovat jednotlivé větve do mapy, po jejich probrání v hodině, kdy nakonec vznikne tato obsáhlejší mapa.

Žáci by měli rozlišit volný pád a vrh tělesa podle velikosti počáteční rychlosti v_0 a umět rozložit vrh tělesa na volný pád s tíhovým zrychlením g a na rovnoměrný

přímočarý pohyb ve směru počáteční rychlosti v_0 . Pro přehlednost jsou názvy vrhů, rozlišené podle směru v_0 , zobrazeny v obdélníkových políčkách. U každého druhu vrhu jsou uvedeny základní veličiny popisující tento vrh, dále směr v_0 a tvar trajektorie. K veličinám jsou připojeny vzorce, jež je definují, a předpokládá se, že žáci mají již představu co, která veličina ve vzorcích znamená a jaké jednotky mají dané veličiny (jedná se o délky vrhů a doby vrhů). Pro názornost je možné do mapy, avšak mimo políčka, například do dolní části mapy pod jednotlivé druhy vrhů, nakreslit trajektorii pohybu a do ní zaznamenat veličiny potřebné k určení polohy bodu v daném čase.

Vytváření mapy pomocí počítačového programu nám umožní jednoduché zapisování obtížných vzorců do políček. Avšak vkládání obrázků do map je obtížnější. V aplikaci počítačového programu CmapTools je pouze možnost vložit odkaz na obrázek. Ale do vytištěných map si žáci mohou dokreslovat různé grafy a obrázky tužkou, což pro ně může být trénink správného konstruování grafů, tabulek či schémat.

Pojmová mapa 13. Pohyby těles v gravitačním poli Slunce – Co popisují Keplerovy zákony?

Ústřední otázkou „Co popisují Keplerovy zákony?“ se dostáváme k popisu pohybů těles v gravitačním poli Slunce, což je klíčový pojem této mapy v příloze č. XIII. Mezi základní pojmy patří samozřejmě *Keplerovy zákony*, *pohyb planet*, *tvar trajektorie planet*, *průvodič*, *elipsa*, *afélium*, *perihélium*, *oběžná doba planety T*, *hlavní poloosa trajektorie planet a*, *astronomická jednotka AU*.

Pohyby těles v gravitačním poli Slunce se vztahují na pohyby planet a jsou popsány třemi Keplerovými zákony. Zákony jsou zobrazeny v obdélníkových políčkách a je vždy uvedeno jejich znění ve formě věty. První Keplerův zákon popisuje tvar trajektorie planet, což je elipsa, jejíž dva významné body se nazývají afélium (odsluní) a perihélium (přísluní). Druhý Keplerův zákon se vztahuje k pohybu planet a jejich rychlosti v závislosti na délce průvodiče, což je úsečka spojující střed planety a střed Slunce. Oběžnou dobu planet T popisuje třetí Keplerův zákon, který lze vyjádřit i ve formě vzorce. Hlavní poloosa trajektorie planety a se nejčastěji udává v násobcích astronomické jednotky AU. Pro žáky je výhodné si do mapy zaznamenat převodní vztah mezi jednotkou AU a km.

Další pojmové mapy se vztahují k mechanice tuhého tělesa a mechanice kapalin a plynů, podle pořadí v učebnici fyziky [1]. Toto učivo zakončuje studium mechaniky na středních školách.

Pojmová mapa 14. Mechanika tuhého tělesa – Jak se pohybuje tuhé těleso?

Mechanika tuhého tělesa je zpracována v obsáhlé pojmové mapě v příloze č. XIV odpovídající na otázku „Jak se pohybuje tuhé těleso?“ Základní pojmy pro tuto mapu jsou *tuhé těleso*, *posuvný pohyb (translace)*, *otáčivý pohyb (rotace)*, *síla F* , *otáčivý účinek na těleso*, *moment síly M vzhledem k ose otáčení*, *pravidlo pravé ruky*, *momentová věta*, *dvojice sil*, *moment dvojice sil D* , *těžiště T* , *rovnovážná poloha*, *podmínky rovnováhy*, *stabilita tělesa*, *kinetická energie E_k* .

Na úvod musím poznamenat, že vytvořená mapa v příloze XIV je souhrnem poznatků o mechanice tuhého tělesa a její obsáhlost je dána množstvím informací a pojmů v uvedené kapitole učebnice fyziky [1]. Je to ukázka mapy, kterou může učitel vytvářet se žáky v průběhu probírání učiva mechaniky tuhého tělesa jako celku. Jsem si vědoma toho, že vytvoření tak obsáhlé mapy nelze požadovat po žácích jako samostatnou práci. Pouze v případě, pokud by žáci mohli při vytváření používat sešit i učebnici a měli již s mapováním větší zkušenost. Mapu lze rozdělit na menší celky, například ohledně těžiště a stability tělesa, nebo otáčivého účinku na těleso. Při samostatném vytváření mapy žákem by měl učitel dávat pozor hlavně na správné propojování a porozumění základním pojmům.

Žáci popisují tuhé těleso jako ideální těleso, které má tvar i objem neměnný s působením síly. Tento předpoklad platí pro všechny další poznatky. Pro upřesnění můžeme použít v políčkách závorku s doplňující informací, např. že tíhovou sílu uvažujeme v homogenním tíhovém poli (viz mapa v příloze č. XIV). Pro přehlednost jsou vektorové veličiny označeny tučně a velikosti vektorových veličin obyčejně.

Momentová věta a pravidlo pravé ruky je uvedeno v plném znění a název je zobrazen v obdélníkovém políčku. Podmínky rovnováhy jsou uvedeny též v tomto tvaru políčka, protože jsou důležité a souvisí s již zmíněnou momentovou větou.

Pojmová mapa 15. Tekutiny – Jaké mechanické vlastnosti mají tekutiny?

Souhrnná mapa v příloze č. XV popisuje klíčový pojem tekutiny a odpovídá na ústřední otázku „Jaké mechanické vlastnosti mají tekutiny?“ Zahrnuje tyto základní pojmy: *kapalina, plyn, tekutost, vnitřní tření, ideální kapalina, ideální plyn, tlak p , Pa (pascal), Pascalův zákon, hydrostatická tlaková síla F_h kapaliny, hydrostatický tlak p_h , vztlaková síla F_v , Archimédův zákon, atmosférická tlaková síla F_a (vzduchu), atmosférický tlak p_a , tlakoměr, proudění, proudnice, rovnice kontinuity.*

Konstrukcí této mapy je možno zakončit téma Mechanika kapalin a plynů z učebnice fyziky [1]. Je to velmi obsáhlá mapa, z níž můžeme udělat několik menších podmap. Je také možné mapu vytvářet postupně, podle probíraného učiva v jednotlivých hodinách (obsahově odpovídající podmapám). Barevné rozdělení mapy odpovídá jednotlivým podmapám, avšak jsou zvýrazněny ty nejdůležitější poznatky.

Mapa je zkonstruována ke klíčovému pojmu tekutiny, protože tak zastřešuje mechaniku kapalin i plynů zároveň. Žáci by si měli uvědomit, že uvedené vlastnosti platí pro ideální kapalinu a ideální plyn. Učitel by měl dávat pozor na propojení základních pojmů, tedy například, že žák správně rozumí vztahu mezi silou a tlakem, uvádí správné jednotky u veličin, dokáže vyjádřit vzorcem závislost veličin a zná znění jednotlivých zákonů i jejich použití v praxi. Pokud žák uvede do mapy praktický příklad, tedy např. Pascalův zákon se využívá v hydraulických zařízeních, svědčí to o provázanosti teorie s praxí a učitel by to měl ocenit.

Pojmová mapa 16. Tlak p – Jaké druhy tlaku působí na tělesa v tekutinách?

Tato mapa je ukázkou možného rozdělení map na menší celky, které chce učitel prověřit. Jednoduchou úpravou může učitel každou obsáhlejší mapu rozdělit na menší podmapy. Mapa s klíčovým pojmem tlak p v příloze č. XVI je vyňata z předchozí mapy uvedené v příloze č. XV. Pojmová mapa 15. Tekutiny se zabývá souhrnně mechanikou kapalin a plynů, avšak tato mapa se už soustřeďuje pouze na tlak p tekutin a odpovídá

na otázku „Jaké druhy tlaku působí na tělesa v tekutinách?“ Proto zde jsou základními pojmy, které můžeme použít k zadání konstrukce pojmové mapy, pouze tyto pojmy: tlak p , Pa (*pascal*), *Pascalův zákon*, *hydrostatická tlaková síla F_h kapaliny*, *hydrostatický tlak p_h* , *vztaková síla F_v* , *Archimédův zákon*, *atmosférická tlaková síla F_a (vzduchu)*, *atmosférický tlak p_a* , *tlakoměr*.

Pokud učitel bude ke konstrukci vzorových pojmových map používat program CmapTools, bude mít celou databázi map k dispozici, bude je moci kdykoli upravovat a jednoduchým způsobem může kteroukoli část mapy označit, kopírovat a tak vytvořit novou malou podmapu v novém okně. V tomto vidím velký klad používání programu CmapTools při pojmovém mapování.

Na závěr bych chtěla ještě podotknout, že pomocí tohoto programu mohou učitelé i snadno vytvářet doplňovací mapy, kdy ve vzorové mapě vymažou obsah některých políček a seznam vymazaných pojmů sepíší na list papíru. Takto si mohou uložit zvlášť celou vyplněnou mapu a zvlášť doplňovací mapu s výběrem, kterou poté mohou zadat žákům se seznamem vymazaných pojmů. Žákovým úkolem je doplnit do prázdných políček správné pojmy, tak aby všechna tvrzení dávala smysl a byla vědecky správně. Tento způsob doplňování map žákem je pro učitele výhodný z pohledu hodnocení a není tak časově náročný, avšak nedává celkový vhled do žákova porozumění daným pojmům. K tomu je výhodnější zadávat mapu pouze ústřední otázkou a několika základními pojmy včetně klíčového, tak aby měli žáci volnost při konstrukci mapy a aby tak mohli odhalit svou pojmovou strukturu, která může obsahovat pojmy z jiných oblastí daného tématu.

9. ZÁVĚR

Pojmové mapování jako učební technika může pomoci žákům k hlubšímu porozumění fyzikálním pojmům. Pojmové mapy se dají použít v různých fázích výuky i v různých formách zadání. Hlavním cílem této práce bylo vytvořit metodickou příručku pro učitele, která by jim pomohla při zavádění a používání pojmových map v hodinách fyziky. Učitelé mohou v této příručce najít popis základních stavebních prvků pojmových map, kroky a úskalí jejich konstrukce i detailní popis ovládání programu CmapTools, kterého lze využít k pojmovému mapování. Důležitou součástí je podkapitola o začlenění pojmových map do výuky, která popisuje postup zavádění této učební techniky, možnosti začlenění do různých fází výuky a možnosti zadávání pojmových map žákům, kdy nejefektivnějším způsobem pro jejich rozvoj je individuální vytváření map k dané ústřední otázce a pouze s krátkým seznamem základních pojmů. V závislosti na způsobu zadání map žákům si učitel může vybrat jeden z popsaných způsobů hodnocení pojmových map. Snažila jsem se upravit hodnotící systém (navržený v bakalářské práci) v návaznosti na zkušenosti z bodování žákovských map a na nově nalezené informace.

V průběhu vypracovávání diplomové práce jsem vytvořila 16 pojmových map znázorňujících provázanost pojmů z učiva mechaniky pro střední školy. Podkladem pro mapy byla středoškolská učebnice Fyzika pro gymnázia: Mechanika. Některé kapitoly učebnice byly rozděleny do více map a v závěru je i ukázka velké mapy a její části. V 8. kapitole je uvedena podrobná analýza všech vypracovaných map i s důrazem na možná rizika při konstrukci. Výstup diplomové práce v podobě sbírky pojmových map z mechaniky by měl sloužit učitelům jako učební pomůcka a hlavně inspirace pro vytváření a zadávání vlastních pojmových map žákům.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A OSTATNÍCH ZDROJŮ

- [1] BEDNAŘÍK, Milan; ŠIROKÁ, Miroslava: *Fyzika pro gymnázia: Mechanika*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2005. 288 s. ISBN 80-7196-176-0.
- [2] IHMC CmapTools 5.04 [online]. Florida: Institute for Human and Machine Cognition, 2009 [cit. 2011-04-12]. Dostupné z WWW: <<http://cmap.ihmc.us/download/>>.
- [3] KAINZOVÁ, Veronika: Závěrečné vyhodnocení statistického výzkumu prekonceptů žáků základních škol v ČR. In: *Sborník z konference „50 let didaktiky fyziky v ČR“*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2007. s. 169-178. ISBN 978-80-244-1786-8.
- [4] KEKULE, Martina; ŽÁK, Vojtěch: Postoje studentek a studentů k fyzice a její výuce. In: *Sborník z konference „50 let didaktiky fyziky v ČR“*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2007. s. 129-140. ISBN 978-80-244-1786-8.
- [5] KEPRTOVÁ, Pavlína. *Pojmové mapy*. Olomouc, 2009. 39 s., 11 s. příloh. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra experimentální fyziky.
- [6] LEPIL, Oldřich: „...a proč by fyzika měla žáky bavit?!“ In: *Sborník ze semináře „...aby fyzika žáky bavila...“ : Vlachovice, 8.-11. října 2003*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003. s. 27-33. ISBN 80-244-0742-8.
- [7] LEPIL, Oldřich: *Zopakujte si fyziku*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 2006. 67 s. ISBN 80-7196-327-5.
- [8] LEPIL, Oldřich; SVOBODA, Emanuel: *Příručka pro učitele fyziky na střední škole*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 2007. 279 s. ISBN 978-80-7196-328-8.
- [9] MANDÍKOVÁ, Dana: Intuitivní představy ve fyzice. In: *Sborník ze semináře „...aby fyzika žáky bavila 2“ : Vlachovice, 19.-22. října 2005*. 1.vyd. Olomouc : Univerzita Palackého, 2005. s. 43-55. ISBN 80-244-1181-4.

- [10] MAREŠ, Jiří. Strukturování učiva, vyučovací a učební strategie. In ČÁP, Jan; MAREŠ, Jiří. *Psychologie pro učitele*. 2. vyd. Praha : Portál, 2007. s. 441-472. ISBN 978-80-7367-273-7.
- [11] MAŠEK, Jan; ZIKMUNDOVÁ, Vladimíra: *Výukové využití softwarových systémů pro techniku pojmového mapování*. 1. vyd. Plzeň, 2010. ISBN 978-80-7043-631-8.
- [12] MUDRÁK, David: Pojmová mapa - nástroj evaluace výkonu studenta a učitele. In: *Sborník národní konference "POŠKOLE 2005", 13.-15.4.2005, Monínec u Sedlce - Prčice, Česká republika*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. s. 164-172. ISBN 80-239-4633-1.
- [13] NEZVALOVÁ, Danuše: *Konstruktivismus v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání. Projekt didaktického systému integrované výuky přírodovědných předmětů : (biologie, fyzika, chemie)*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2007. s. 74-79. ISBN 978-80-244-1791-2.
- [14] PROKŠA, Miroslav: Pojmové mapy ako výskumný a diagnostický prostriedok v chemickom vzdelávaní. In *Zborník príspevkov z medzinárodného seminára doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov „Inovačné trendy v prírodovednom vzdelávaní“, Trnava 2007* [online]. Trnava: Trnavská univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra chémie, 2007 [cit. 2011-01-19]. s. 98-101 Dostupné z WWW: <<http://pdfweb.truni.sk/elskripta/itpv/Proksa.pdf>>. ISBN 978-80-8082-131-9.
- [15] *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia* [online]. Praha : Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007 [cit. 2011-04-12]. s. 8-29. Dostupné z WWW: <http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf>. ISBN 978-80-87000-11-3.
- [16] SVOBODA, Emanuel: Motivace ve výuce fyziky na základní škole. In: *Sborník ze semináře "...aby fyzika žáky bavila..." : Vlachovice, 8.-11. října 2003*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003. s. 9-21. ISBN 80-244-0742-8.

[17] VANIDES, Jim, et al. Using Concept Maps in the Science Classroom. *Science Scope* [online]. 2005, Vol. 28, No. 8, p. 27-31, [cit. 2011-04-19]. Dostupný z WWW: <http://www.stanford.edu/dept/SUSE/SEAL/Reports_Papers/Vanides_CM.pdf>. ISSN 0887-2376.

[18] VOLTAIRE, Mallari Mistades. Concept Mapping in Introductory Physics. *Journal of Education and Human Development* [online]. 2009, Vol. 3, Issue 1, p. 1-6, [cit. 2011-04-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.scientificjournals.org/journals2009/articles/1427.pdf>>. ISSN 1934-7200.

[19] ZEILIK, Michael: *Concept Mapping* [online]. Department of Physics and Astronomy, University of New Mexico, 2007, [cit. 2011-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://www.flaguide.org/extra/download/cat/conmap/conmap.pdf>>.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. I	68
Příloha č. II.....	69
Příloha č. III.....	70
Příloha č. IV	71
Příloha č. V.....	72
Příloha č. VI	73
Příloha č. VII.....	74
Příloha č. VIII.....	75
Příloha č. IX	76
Příloha č. X.....	77
Příloha č. XI	78
Příloha č. XII.....	79
Příloha č. XIII.....	80
Příloha č. XIV.....	81
Příloha č. XV.....	82
Příloha č. XVI.....	83

