



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra aplikované fyziky a techniky

Diplomová práce

Pojmové a myšlenkové mapy ve vyučování fyziky

Vypracoval: Bc. Daniel Krotl

Vedoucí práce: PhDr. Václav Meškan PhD.

České Budějovice 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. V platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne

Anotace

Tato diplomová práce se snaží analyzovat aspekty myšlenkového mapování s cílem vytvořit efektivní nástroje pro aktivní a tvůrčí podporu výuky fyziky na základní, popřípadě i na střední škole. Úvodní část práce obsahuje základní představy o teoriích učení, tvořivosti, psychologických aspektech myšlenkového mapování, rozdílech mezi myšlenkovým a pojmovým mapováním a metodiku tvorby myšlenkových map. V praktické části jsou navrženy metodické postupy výuky fyziky za pomoci myšlenkových map, použity jako expozice učiva, diagnostika, při řešení kvantitativních, problémových a divergentních úloh. V této práci jsou uvedeny výsledky experimentu úspěšnosti žáků základních škol při řešení kvantitativních úloh pomocí myšlenkových map a je vyhodnoceno srovnání výsledků s malou experimentální skupinou.

Klíčová slova: *myšlenkové mapy, řešení problému, výuka fyziky, pojmové mapy, fyzikální problémové úlohy*

Abstract

This diploma thesis tries to analyze aspects of mind mapping as an effective instrument for active and creative teaching of physics at the elementary school and high school. The opening part contains basic knowledge of learning theories, creativity, psychological aspects of mind mapping, difference between mind mapping and conceptual mapping and methodology of the mind mapping. Practical part of the thesis contains methodical advice for teaching physics using mind maps in different levels of teaching process. This thesis presents results of an experiment on success rate of elementary school pupils in solving quantitative tasks using mind mapping

Keywords: *mind map, problem solving, teaching of physics, conceptual maps, physical problems*

Poděkování

Především bych rád poděkoval panu PhDr. Václavu Meškanovi PhD., za možnost podílet se na práci na toto téma a za jeho kvalitní a usilovné vedení. Dále bych rád poděkoval Mgr. Janu Prollovi za podporu při experimentální části a dalším lidem, kteří mě podporovali při zpracování diplomové práce.

Obsah

1 ÚVOD	7
2 TEORIE UČENÍ	10
2.1 TRANSMISIVNÍ PEDAGOGIKA	10
2.2 KONSTRUKTIVISTICKÉ POJETÍ.....	12
2.2.1 Závěrem k teoriím učení.....	15
3 ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ A TVOŘIVOST	16
3.1 CYKLUS ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ	16
3.2 TVOŘIVOST.....	20
3.2.1 Definice tvořivosti	20
3.2.2 Tvořivost jako rozvoj divergentního myšlení.....	20
3.2.3 Vědomosti a tvořivost.....	22
3.2.4 Osobnost.....	22
3.2.5 Motivace.....	23
4 PRINCIP MOZKOVÉ SYNERGIE – MENTÁLNÍ MAPOVÁNÍ	24
4.1 MOZKOVÁ SYNERGIE.....	25
4.2 MYŠLENKOVÉ MAPY JAKO NÁSTROJ NAŠEHO MOZKU	27
5 POJMOVÉ A MYŠLENKOVÉ MAPY	29
5.1 MODEL Y SÉMANTICKÉ SÍTĚ - POČÁTEK MYŠLENKOVÉHO MAPOVÁNÍ	29
5.2 MYŠLENKOVÁ MAPA	30
5.3 CO SPRÁVNÁ MAPA MUSÍ OBSAHOVAT.....	31
5.3.1 Kritéria tvorby myšlenkových map.....	32
5.4 POJMOVÉ MAPY	35
5.4.1 Vlastnosti pojmových map.....	35
5.4.2 Kritéria tvorby pojmových map.....	37
6 MYŠLENKOVÉ MAPY VE VÝUCE FYZIKY	39
6.1 PREZENTACE UČIVA.....	41
6.2 ŘEŠENÍ PROBLÉMOVÝCH ÚLOH POMOCÍ MYŠLENKOVÝCH MAP.....	44
6.2.1 Metodika řešení problémových úloh pomocí myšlenkové mapy	44
6.3 MYŠLENKOVÉ MAPOVÁNÍ PŘI ŘEŠENÍ FYZIKÁLNÍCH ÚLOH	50
6.3.1 Strategie při řešení fyzikálních úloh.....	50
6.3.2 Metodika řešení fyzikálních úloh pomocí myšlenkových map	52
6.4 ŘEŠENÍ DIVERGENTNÍCH ÚLOH MYŠLENKOVÝMI MAPAMI	61
6.4.1 Hodnocení řešení divergentních a problémových úloh	63
6.5 POSTUPNÉ ZAČLEŇOVÁNÍ MYŠLENKOVÉ MAPY DO VÝUKY	64

7	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST DIPLOMOVÉ PRÁCE	66
7.1	CÍLE A POSTUP VÝZKUMU	66
7.1.1	<i>Stanovení výzkumných hypotéz</i>	66
7.1.2	<i>Vstupní parametry skupin</i>	66
7.1.3	<i>Pretest zjištění prvotních znalostí</i>	67
7.1.4	<i>Nástroj komparativního experimentu – test</i>	71
7.1.5	<i>Metodika zadávání výzkumu</i>	73
7.2	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ TESTU.....	73
8	ZÁVĚR	79

1 Úvod

Do začátku dvacátého století existovala jediná možnost výuky ve škole a to transmisivní výuka, která podporovala pouze bezmyšlenkovité a doslovné zapamatování probíraného učiva. To bylo vhodné například pro naučení se slovíček cizího jazyka. Není to však moc vhodné pro takové vyučovací předměty, kde potřebujeme, aby žáci dané látce ovládali, dokázali porozumět a zvládli se naučit látku na vyšší úrovni tzv. bloomovi taxonomie. V té době nebyl takový rozmach techniky (výpočetní technika, nové obory fyziky), také nebyl kladen takový důraz na znalost cizích jazyků (povinný cizí jazyk od 1. stupně základní školy, druhý cizí jazyk na druhém stupni základní školy). Bylo méně výchovných předmětů (výchova ke zdraví, sexuální výchova, atd.). Informace, které chceme předávat žákům, by neměly být tím nejdůležitějším aspektem, nýbrž pouze prostředkem. Proto hledáme účinné postupy k osvojování si informací v souladu s novými kognitivními teoriemi.

S nástupem moderní techniky a rozšířením výuky o nové obory a poznatky by byly transmitivním způsobem vyučování kladeny vyšší požadavky na zapamatování si nových definic a poznatků. Učení se drilem by byli žáci vystaveni neúnosnému psychickému tlaku. Tímto způsobem by se sice naučili novým zákonitostem, ale nedokázali by je zdůvodnit. Tím méně by byli schopni je aplikovat na jiné příklady – situace.

Je to způsob výuky naprosto nevhodný pro ty vyučovací předměty, kterým je nutno nejen porozumět, ale zvládnout látku i na vyšších úrovních tzv. bloomovi taxonomie.

Vyvstala proto nutnost zavést do škol nové výukové směry jako např. konstruktivismus. Mezi těmito novými, výukovými směry se začíná rozmáhat metoda myšlenkového a pojmového mapování. Tato metoda se poprvé objevila již ve starověku, kdy ještě nebyla definována myšlenková mapa jako taková, ale sloužila slavným vědcům a myslitelům jako intuitivní nástroj pro zachycení myšlenek. Například Leonardo da Vinci si pomocí intuitivních diagramů a náčrtků zaznamenával svá mistrovská díla z oblasti výtvarného umění, fyziologie, strojního

inženýrství, akvanautiky nebo biologie. Z jeho deníků je patrné, že více než slova si vážil zápisků formou schématických skic. Slova pak užíval k popisu, k označování, ke klasifikaci svých objevů a myšlenek – jeho hlavním nástrojem tvůrčího myšlení bylo názorné zobrazení. [1]



Obrázek 1.1.: Diagramy z deníku Leonarda da Vinci. Převzato z www.leonardodavincisecrets.com

Zformulovat tuto metodu (volné asociace našeho mozku do podoby graficky srovnaného textu) nám trvalo zhruba sedmnáct století. Až v polovině dvacátého století, jsme přišli na to, že nám myšlenkové mapování pomáhá například jako nástroj pro plánování velkých obchodních strategií a projektů a tím zkvalitnění a zefektivnění práce. Postupem času se ukázalo, že tato metoda se dá využít i při výuce různých předmětů.

V této diplomové práci odkryjeme, co jsou to myšlenkové a pojmové mapy a jejich správné odlišení. Jakých chyb se musíme vyvarovat při tvorbě myšlenkové mapy, abychom zdárně rozvíjeli naše kognitivní funkce mozku a dosáhli co největší efektivity pochopení a naučení problému.

Také nám myšlenkové mapy pomáhají v běžném životě. Jejich znalost nám může pomoci při řešení každodenních úloh, složitých situací nebo pro lepší organizování času. V dnešní uspěchané společnosti lidé nemají moc volného času, stíhají vše na poslední chvíli a někdy ani to ne. Proč si nevypomoci univerzálním řešením, které nám zjednoduší život a efektivně zorganizuje náš nabytý harmonogram. [1]

Jelikož jsou myšlenkové mapy nástrojem tvůrčího řešení, musíme se podívat na aspekty tvořivosti. Z psychologie již víme, že tvořivost a kreativní činnost nám zajišťuje pravá mozková hemisféra a logický nebo také analytický přístup zajišťuje hemisféra levá. [1] Proto je teorie map velmi delikátním řešením. Při vytváření map dochází ke kooperaci levé i pravé mozkové hemisféry a tím zaměstnáváme celý mozek a tudíž se zlepšují naše kognitivní funkce a dochází k lepšímu vstřípení dané problematiky do paměti. V důsledku toho všeho dochází ke kvalitnějšímu, pro nás zábavnějšímu a zajímavějšímu učení se.

Také se zaměříme na využití myšlenkových map ve výuce a to především ve výuce fyziky. Poukážeme na široké využití této metody při různých didaktických úkonech (prezentace učiva, diagnostika žákových znalostí, řešení problémových úloh, žákovské projekty). Fyzika je oborem, kde se používá mnoho odborných názvů, pojmů, a mnoho žáků tyto pojmy neumí vysvětlit tak, aby si danou látku nemuseli bezmyšlenkovitě zapamatovávat definici za definicí. Díky tomu je zapotřebí najít správný nástroj, který zdůrazní vazby mezi pojmy a tím žáci lépe pochopí podstatu daného pojmu, nežli jeho pasivní reprodukce bez porozumění.

2 Teorie učení

V této kapitole se zaměříme pouze na hlavní problematiku dvou teorií výuky. Samozřejmě nejvíce opakující se problematiku **transmisivní vs. konstruktivní** výuka. Zaměření této kapitoly bude krátké seznámení s dnes ještě pořád hojně zastoupenou **transmisivní výukou** a dále popsán hlavní konkurent transmisivního stylu výuky: **konstruktivismus**. Touto kapitolou nechceme obhajovat nebo zatracovat jakoukoliv z výše uvedených teorií, pouze poukážeme na fakta a interpretaci kognitivních psychologů. V moderním školním prostředí je výhodné a velmi doporučované využívat výhod z každé teorie a rozvrhnout hodiny tak, aby nebyla pouze o jedné teorii výuky.

2.1 Transmisivní pedagogika

Transmisivní přístup k učení je zatím stále nejrozšířenějším způsobem výuky. [17] Velmi stručně řečeno: transmisivní výuka je orientovaná spíše na výkon žáka než na rozvíjení osobnosti. Molnár a Mareš uvádějí, že hlavní myšlenkou transmisivní výuky je předávání velkého množství pouček a definic žákům s úmyslem lepšího a rychlejšího získání poznání. Role žáka je v tomto procesu pasivní přijímání a ukládání vědomostí do paměti bez důrazu na vzájemné propojení jednotlivých znalostí. [17] Mareš a Sternberg tvrdí, že mozek pracuje sémanticky - mozek vzájemně propojuje jednotlivé pojmy a myšlenky, které mezi sebou dávají smysl. Zapamatováním si dalších nových informací přidáváme mozku další „kousíček skládačky“ a tím mozek dokáže propojit udělat si na myšlenku více vazeb a tím si to lépe zapamatovat. Transmisivní vzdělávání je pouze o lineárním projevu učitele a tudíž transmisivní výuka odporuje sémantickým zákonitostem procesu poznávání. [9] V nejlepším případě učitel ví, že dítě si po narození buduje své vlastní „subjektivní“ znalosti (prekoncepty) na základě vlastních zkušeností se světem. Tyto znalosti jsou celý život přetvářeny podle společnosti a kulturnímu prostředí, v němž žije. [17] [18]

Role učitele transmisivní pedagogiky je „garant pravdy“, kdy se snaží žáky nabudit k dosahování co nejvyššího výkonu. Žáky učí řešit klasické úlohy, o nichž ví, že budou předmětem písemek. Vštěpuje jim již zažitá postupy a „triky“ jak

zrychlit a zjednodušit řešení úloh. Vyžaduje vždy precizní formulace definic, vět, zákonů pouček, vzorců, schémat, grafů a obrázků. [18] [16]

Žákovo snažení je v transmisivní výuce omezováno. Žákovi jsou předkládána fakta, která se musí nejen naučit, ale vštípit si je tak, aby je uměl z paměti, slovo od slova, rychle a bezchybně zpětně „vyprávět“, nebo je aplikovat v typických příkladech. V očích učitele jsou žákovy vědomosti nepoznamenány zkušenostmi ze života. Dokud učitel nepředá své znalosti, nemůže je vědět žák. [16][18]

Ovšem transmisivní výuka funguje a funguje dobře. [17] Žáci často odpovídají správně na zadané otázky, klasické úlohy řeší dobře a dalo by se říct, že vše umí jako básničku. Rozkol přichází při aplikaci nově získaných vědomostí na praktická využití, nebo aplikaci na různě obměněné situace, které nejsou standardní. [17] „Oříšek“ se projevuje i při řešení nestandardních často problémových a komplexních úloh. Žák má naučené postupy v klasických úlohách, postup pro řešení složitější úlohy nemá a tudíž většinou tuto úlohu nevypracuje.[17]

Tato výuka předpokládá, že žák přicházející do učebního procesu a nic o dané problematice neví. To co říká žák, není podstatné. Žák „neví nic“. Celý proces vzdělávání je odvislý od **monologu učitele a pasivity žáků**, kterým je „nalévána teorie a fakta do hlav“. Vědomosti žáků se v tomto pojetí pedagogiky bere jako „prázdná nádoba“, kterou vyučující plní svou výukou. Transmisivní pedagogika podporuje paměť žáků. Žáci si utvářejí znalosti jen ze zapamatování a tím žáci, kteří mají výtečnou paměť, jsou ve výhodě. Ostatní bývají často neúspěšní a v nevýhodě, i když mají vysoký potenciál. Učitel často nehodnotí porozumění dané problematice nýbrž pouhému přetlumočení faktů. Proto díky tradičnímu přístupu školy, se z žáků stávají chodící encyklopedie bez povědomí jak s těmito znalostmi naložit a využít je v reálné situaci. Proto se u nás pomalu začíná upouštět od transmisivního vzdělávání (velmi pomalu) a začínají se projevovat novodobé teorie učení.

2.2 Konstruktivistické pojetí

V této kapitole se budeme zabývat historií a metodickými postupy konstruktivismu. Konstruktivismus, jak už název napovídá, je teorie učení založena na aktivním konstruování žákova poznávání.

První zmínky o konceptu konstruktivismu se datují už v klasickém starověku. Sokrates se svými žáky vedl dialogy a pokládal otázky, které vedly k seberealizaci nedostatků vědomostí jeho stoupenců. Sokratovský dialog je stále považován za nejdůležitější nástroj konstruktivistického učení. [19]

V minulém století, Jean Piaget a John Dewey vytvořili teorie vývoje a vzdělávání dětí nazývané jako „progressive education“ – pragmatická pedagogika, která vedla k vývoji konstruktivismu. Piaget věřil, že lidé se naučí jednu logickou strukturu a od toho konstruují další. Také došel k závěru, že logika dětí a jejich způsob myšlení jsou rozdílné od způsobu myšlení dospělých lidí. Důsledky aplikace této teorie byly základem pro konstruktivistické vzdělávání. Dewey tvrdil, že vzdělávání musí být založeno na reálné zkušenosti. [19]

Tyto teze byly důležitým aspektem pro vývoj konstruktivistické teorie, kterou začala rozvíjet celá řada známých pedagogů, filozofů, psychologů a sociologů. Mezi nejvýznamnější lidi, kteří se podíleli na teorii konstruktivismu, byli: Lev Vygotsky, Jerome Bruner a David Ausubel. [19]

Konstruktivismus je teorie (na základě pozorování a vědeckého výzkumu) o tom, jak se lidé učí. Tvrdí, že lidé si od narození vytváří vlastní porozumění a poznání světa a tyto vědomosti jsou pak dále konstruovány na základě přemýšlení o nově předložených skutečnostech. Když se setkáme s novými poznatky, musíme se smířit s našimi předchozími zkušenostmi a představami, změnit to čemu věříme nebo brát nové informace jako irelevantní. [19][17] v každém případě jsme aktivními tvůrci našeho vlastního vědomí. K tomu abychom konstruovali vlastní vědomí, musíme se ptát, zkoumat a hodnotit co víme. [17] Ve školství může být konstruktivistický přístup k učení přínosný a může vést k řadě výukových postupů. V obecném pojetí musíme podporovat studenty k aktivnímu poznávání (experimenty, řešení problémových případů z reálného

života), vytvořit větší prostor pro znalosti a mluvit o tom jak se mění jejich porozumění z dřívějška a dnes. [20] Učitel zde vystupuje jako moderátor, který již rozumí problematice a snaží se usměrňovat a stavět na žákových prekonceptech (dosavadní představa). [21]

Můžeme se na tento přístup k výuce dívat jako na spirálu vědění. Na začátku (v minulosti) si student vytvořil představu o dané problematice. Tento prekoncept v sobě poupravoval podle své vlastní zkušenosti a dál ho využíval. Poté přijde současnost a období studia se jeho koncepty mění. Žák záhy zjišťuje, že jeho dosavadní představa nebyla tak úplně správná a je aktivně, za úsilí i samotného žáka, nahrazována správnou (vědeckou) koncepcí. Poté v budoucnu jsou tyto koncepty využívány dále a znovu obohacovány o další informace.

Příklad: Skupinky žáků při hodině fyziky diskutují o určitém problému. Učitel, který zná odpověď na problém, neřekne žákům celé řešení, pouze pomáhá žákům nalézt prekoncept, který je pro ně obecně známý. Když jeden z žáků přijde s prekonceptem, na jehož podkladě se učitel snaží žákům ukázat nejlepší cestu k dosažení správného výsledku. Když se diskuzí dozvídají pravou podstatu problému, učitel vše shrne do vědecké formy a na závěr si opět pomocí diskuse zrekapitulují, co se naučili.

V této teorii je pořád dominantní osobou učitel jako u transmisivní teorie, však nyní již jako moderátor diskuse nebo pomocník ve vytváření znalostí a ne jako tlumočník nebo garant pravdy. Konstruktivismus v procesu učení mění žáky z pasivních posluchačů na aktivní „spolupracovníky“. Na vše dohlíží a řídí učitel, ale žáci aktivně budují své znalosti. Žáci musí mít pocit, že objevují, bádají, prozkoumávají danou problematiku, protože člověk prahne po vědění a snaží se pochopit vše kolem sebe. [21]

Vycházíme z tabulky pana prof. Josefa Molnára [17], který proti sobě postavil konstruktivistické a transmisivní vyučování a podrobil je polárnímu dipólu (porovnání obou teorií dosazováním opačných dipólových výrazů kvalita – kvantita, vnitřní – vnější). Z této tabulky jsme vzali sloupec s konstruktivním vyučováním a z toho vytvořili klady a zápory konstruktivistického pojetí výuky

- Když se děti aktivně podílejí na výuce tak je hodina více baví a více se naučí.
- Výuka je kvalitnější a lépe funguje, když se zaměřuje na aktivní myšlení a pochopení látky nežli memorování nazpaměť. Konstruktivismus je teorie o učení jak myslet a pochopit.
- Konstruktivismus dává žákům větší možnost se zapojit do výuky a i rozhodovat o průběhu vyučovací hodiny. Žáci mají pocit, že se učí to, co chtějí.
- Podporuje tvůrčí instinkty a rozvíjí vyjadřování znalostí žáků na vyšší úrovni. To zapojuje studenty do iniciativy osobního rozvoje. Více se pak angažují při psaní článků do novin, vytváření výzkumných zpráv, fyzikálních modelů a umělecké reprezentace.
- Učením se na reálných příkladech s reálnými prostředky se žáci seberealizují a připravují na práci v reálném životě.
- Konstruktivismus podporuje sociální a komunikační dovednosti tím, že ve třídě vytvoří prostředí, které klade důraz na spolupráci a výměnu názorů. Žáci se musí naučit jasně vyjadřovat své myšlenky. Studenti jsou pak schopni vyměňovat mezi sebou nápady a hodnotit příspěvky druhých sociálně přijatelným způsobem. To vše je v dnešní době potřeba pro úspěch v reálném světě kolektivní práce.
- Kritici se tvrdí, že konstruktivismus přispívá k získávání nekomplexní řadě vědomostí. Obávají se, že změna z tradičních přístupů na konstruktivistický by se nepříznivě promítla na vzdělávacích výsledcích žáků.
- Kritika: Kvůli dávání prostoru žákům na pochopení dané problematiky se ztrácí čas. Učitel by nemohl stíhat učit podle současných osnov RVP.
- Není žádná metodická příručka, která by učitelům vysvětlila jak učit konstruktivisticky. Každý má k tomu svůj individuální postoj a jedinečnou strategii.

- Při této výuce je nejdůležitější profesionalita učitele. Učitel musí předvídat žákovy otázky, nebo musí být pohotový na změnu probíraného tématu.
- Příprava učitele je velice časově náročná.
- Konstruktivistické pojetí výuky funguje nejlépe u žáků s rozvinutými metakognitivními dovednostmi (strategie sebepoznávání).
- Tyto techniky jsou dobré pouze pro určitou oblast vzdělávání. Pro lingvistické učení je konstruktivismus velice nevhodný. Doporučuje se nasazovat tuto metodu na oblasti kde je zapotřebí zapojovat myšlení.

2.2.1 Závěrem k teoriím učení

Po prostudování konstruktivistického pojetí výuky, jeho případných výhod a nevýhod, docházíme k závěru, že je to zajímavá metoda výuky a určitě velice přínosná, avšak za určitých podmínek. Proto bychom doporučovali trochu hybridní výuku a to kombinací tradičního a konstruktivistického vyučování. Nebudeme se na žáky dívat jako na úplně dutá stvoření životem nepoznamenaná. Budeme stavět na již získaných znalostech žáků a budeme jim dávat i prostor pro vlastní myšlení a uvažování. Vymezíme si v hodině prostor pro diskusi žák-učitel, žák-žák. Nejefektivnější je diskuse na úvod nového tématu, kdy můžeme zjistit počáteční prekoncepty žáků). Žáci jsou při hodinách aktivní i pasivní. Nejprve objevují podstatu problému, svými slovy definují zákonitosti, poté poslouchají učitele při redefinování zákonitostí vytvořených žáky na „vědeckou“ definici. Pomáhá žákům ukázat rychlejší postupy k usnadnění výpočtů a různých úskalí. Tímto přístupem dosahujeme výhod obou pedagogických teorií.

3 Řešení problémů a tvořivost

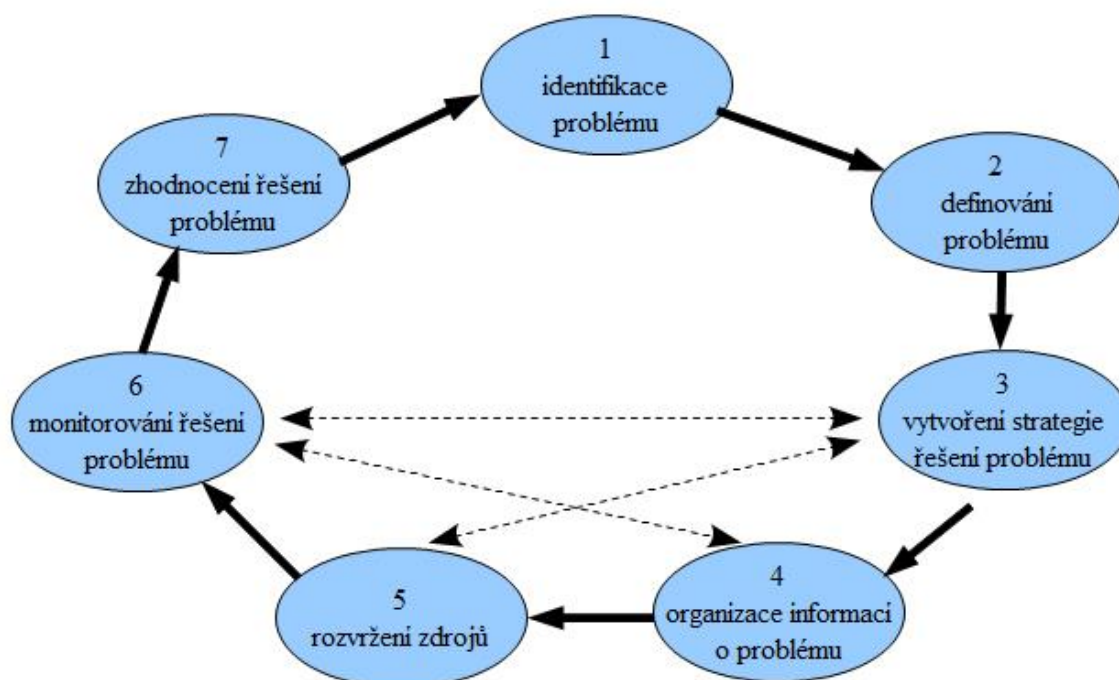
Lidé jsou schopni ve většině případů řešit problémy pomocí znalostí zahrnující dovednosti, zkušenosti z předchozích, podobných případů anebo znalost věcných vědomostí. Také další možností řešení problémů je tvořivé myšlení, o kterém se budeme zabývat v závěru této kapitoly.

3.1 Cyklus řešení problémů

Abychom dosáhli nějakého cíle, našli odpověď na otázku nebo překonali překážku, v tu chvíli se zabýváme řešením problému. V didaktice fyziky [10] je definován problém jako: „*teoretická nebo praktická obtíž, kterou je potřeba řešit vlastním aktivním zkoumáním, aktivizací myšlenkové činnosti.*“ Tudiž nemůžeme považovat za problémový případ takový, na který bez přemýšlení známe odpověď. V této podkapitole si povíme o fázích řešení problému. Tyto fáze jsou dynamické, lze je obměňovat, přeskakovat, začínat v jiném bodě, nebo si vytvořit další nové mezistupně. Tento cyklus se pokusíme pochopit z díla *Roberta J. Sternberga* [9] a aplikovat ho na řešení problémů s myšlenkovou mapou. Podle knihy *Kognitivní psychologie* výše zmiňovaného autora má cyklus řešení problémů sedm fází a ty jsou: identifikace problému, definování problému, formulování strategie, organizace informací, rozvržení zdrojů, monitorování nebo také průběžná kontrola a zhodnocení. [9]

Identifikace problému – Prvním bodem řešení problému je jeho identifikace. Někdy může nastat případ, kdy označit situaci za problémovou je těžké. Může být obtížné rozeznat:

- existence cíle, problému nebo překážky
- že v naší cestě za cílem jsou překážky
- řešení, které bychom použili je nevyhovující



Obrázek 3.1: Schéma fází řešení problému. [9]

Definování a prezentace problému – Nyní když víme o existenci problému, můžeme se posunout dále asi k nejvíce zásadní fázi, **definování**. Problém definujeme a prezentujeme proto, abychom věděli jak daný problém řešit. Pokud budeme definovat problém, a definujeme ho nepřesně, naše řešení bude poté velice složité, v nejhorším případě nebude správné. [9]

Formulování strategie – Další fází řešení problému je vytvoření strategie k jeho vyřešení. Strategii můžeme vytvořit pomocí doplňkových strategií: **analýza, syntéza, divergentní a konvergentní myšlení**.

Při **analýze** rozdělujeme složitý problém na menší jednodušeji řešitelné celky. **Syntéza** je naopak skládání malých a bezvýznamných částí dohromady a vytváří tak pro nás užitečné řešení. **Divergentní myšlení** nám pomáhá tak že se zaměřujeme na široké spektrum možných řešení problému. Oproti tomu **konvergentním myšlením** vybereme z té široké škály možností jen jednu, která nám bude vyhovovat nejlépe. V praktickém životě nemůžeme říct která strategie se hodí k čemu nebo říct, že některá strategie je lepší než druhá. Volba strategie závisí na konkrétním problému a na jeho řešiteli. [9]

Organizace informací – Problémem je také uspořádání informací. Musíme si rozmyslet, jak budeme strategicky informace organizovat, aby se nám s nimi dobře pracovalo a mohli je lehce přeskupovat. Jedním z organizačních prvků je **osnova**. Osnova slouží pro přehlednější organizaci textu (setřídí kapitoly a informace o dané problematice). Dalším nástrojem pro organizaci je mapa. **Mapy** nám ukazují všechny možnosti, které bychom si vybrali a které nám zajišťují uvažovat nad věcmi krok po kroku a tím vybrat pro nás nejvhodnější možnost. Časový harmonogram, zase zajistí rozvržení informací a dějů na časovou osu. [9]

Rozdělení zdrojů – Pro řešení problémů obecně potřebujeme zdroje na jeho vyřešení. Asi jako nejdůležitějším zdrojem je bezpochyby **čas**, pak dále **vybavení, prostor, personální zdroje, finance a další**. Některé problémy nevyžadují tolik času a jiných prostředků, ale jiné zase vyžadují velmi mnoho. Také je důležité si uvědomit v jakou chvíli přidělit jednotlivé zdroje, pro větší efektivitu řešení problému a úspornost na zdroje. [9]

Podle Sternberga, [9] studie dokazují, že „odborníci“ v řešení problému, nebo i lepší žáci dávají větší důraz přípravě, globálnější plánování svých duševních zdrojů. Naopak „nováčci“ a slabší žáci v řešení problémů vynakládají větší prostředky do „lokálního (na detaily zaměřeného) plánování“. Příklad: „Odborníci“ na řešení problémů budou vynakládat větší prostředky v prvních fázích řešení problému, při rozhodování se, jak problém řešit a potom méně času ho řešit. Kdežto „nováček“ bude méně času věnovat přípravě. Pustí se „střemhlavě“ do samotného řešení problému. Zjistí, že jeho strategie není dobrá a musí se vrátit o několik kroků zpět, aby svůj koncept řešení problému upravil a znovu použil. Tím spotřebuje mnohem více zdrojů na jeho vyřešení. [9]

Monitorování (průběžná kontrola) – Monitorování je **verifikačním prvkem** při řešení problému. Při této fázi se dozvíme, zda jsme v problému či problémové úloze postupovali po námi definované cestě. V případě, že jsme se vzdálili nebo odklonili od původních předpokladů. Stalo se tak zřejmě proto, že jsme zvolili špatnou strategii, naše organizace informací nebyla dostatečně zhotovena anebo jsme si chybně rozvrhli zdroje. V takovém případě se musíme vrátit o fáze předtím a chybu napravit. [9]

Aby nedocházelo ve finální fázi zhodnocení ke zjištění, že jsme problém nevyřešili je dobré fázi monitorování provádět častěji a v průběhu každého menšího kroku. Jak se říká: „dvakrát měř, jednou řež“. To zde to platí dvojnásobně. Většina nezkušených řešitelů řeší problém do samého konce a poté udělají kontrolu řešení. Může se stát, že řešení je v pořádku a celou problematiku mají vyřešenou. Ve většině případů a obzvláště u obtížnějších problémů, se k jednoduchému řešení nedostaneme bez použití několikanásobné kontroly menších částí problému. [9]

Zhodnocení – Jsme na konci našeho snažení ať již úspěšného, nebo neúspěšného. Nyní je musíme zhodnotit. Pokud jsme úspěšně řešili, otvírá se prostor pro jeho zefektivnění. [9]

Příklady:

- a) Programátor napíše program, ale je příliš složitý na zdroje, bude se snažit své řešení zefektivnit.
- b) Můžeme nalézt nové problémy, které je potřeba vyřešit (při řešení úlohy z fyziky, můžeme dojít k nějakému výsledku, ale až při fázi hodnocení zjistíme, že hodnota výsledku je nesmyslná, tak musíme najít zdroj chyby).
- c) Při definování problému jsme něco zanedbali, nebo naopak jsme něco přecenili, nyní musíme redefinovat problém.
- d) Upravíme naše řešení do finální podoby.
- e) Sepíšeme závěry plynoucí z našeho řešení.

Ač se **může zdát, že fáze hodnocení a monitorování vypadají stejně**, není tomu tak. Rozdíl spočívá v tom, že při monitorování kontrolujeme pouze průběh nebo zda jsme se neodklonili od našeho plánu, kdežto hodnocení poukazuje na naše závěry, výsledky našeho bádání. V bodě kdy docházíme k novým závěrům, pochopíme problematiku nebo začínáme řešit nově objevené problémy, je cyklus u konce.

3.2 Tvořivost

Proč se zabývat tvořivostí v této práci? Při tvorbě myšlenkových map se vytváří něco originálního, přichází se díky nim na nové poznatky a kreativním způsobem se osvojuje učivo a poznatky z dané problematiky. I když budeme požadovat po někom, aby nám sestrojil myšlenkovou mapu na jedno téma, nikdy by neměly být dvě mapy úplně totožné. Každý člověk má jiný pohled na danou problematiku a každý má jiné priority. Myšlenkové mapy jakožto nástroj jsou dobrou metodou jak zapojit tvořivost do jinak rutinní práce. Dále nejenže tvořivost vyžaduje, ale dokonce ji určitým způsobem vyučuje a stává se tak nástrojem pro podporu tvořivosti u lidí, kteří nejsou tak talentovaní.







3.2.1 Definice tvořivosti

Definic tvořivosti je tolik, asi jako je autorů, kteří se zabývají tvořivostí. Asi nejpřijatelnější zkrácenou definicí tvořivosti jak ji definovali Dacey a Lennon.: *„Tvořivost neboli kreativita je činnost člověka, vytvářející nové materiální, technické, umělecké, kulturní a duchovní hodnoty, jež mají nejen individuální, ale i společenský význam.“* [13] Tím se myslí vytvoření například: teorie, chemikálie, nové technologie, nové a efektivnější postupy a procesy výroby a nejen výroby, ale do této oblasti spadá i společenský pohled na tvořivost a tudíž může být jako kreativita považován i tanec, symfonie, hudba, kniha. Mnozí psychologové zabývající se kreativitou a talentovanými lidmi přišli na různé přístupy k porozumění tvořivosti: kognitivní, osobnostní a motivační, sociální, společenské a historické. [9]

3.2.2 Tvořivost jako rozvoj divergentního myšlení

Mají talentovaní a tvůrčí lidé předpoklad tvořit více? Psychologové sice nemají jasnou metodu na identifikování talentovaných osob, ale již zjistili, že tvořiví lidé mají společné charakteristické rysy. Na tuto otázku použili psychometrický přístup, v němž se zaměřují na divergentní tvorbu (tvorba s rozsáhlými odpověďmi). Takový přístup může být například Torranceho test tvořivého myšlení. Tento test měří četnost, správnost a různorodost odpovědí na otázky,

kteřé nemají jednoznačnou odpověď. Pokud budeme brát, že lidé talentovaní dokáží odpovídat na otázky, které požadují výčet co nejvíce odpovědí př.: „Nalezněte co možná nejvíce možností k čemu se dá využít **klín**.“ v tomto případě nemáme jednoznačnou odpověď. Odpovědí může být teoreticky řečeno nekonečno. K takovéto úloze potřebujeme divergentní myšlení. V takovémto případě tvořivé osoby vymyslí/vytvoří více odpovědí. Torranceho test zahrnuje i non-verbální metody testování. Tyto metody jsou: Use (použij), combine (použij a nakombinuj), complete (dokonči). Tyto metody se používají vždy s obrazovým podkladem. **Použij** je metoda, kdy s použitím pouze koleček dokončete obrázek. **Použij a nakombinuj** – máme na obrázku v řadě naskládané různé tvary a za použití a různého kombinování těchto tvarů vytvoříme smysluplný obrázek. **Dokonči** - tato metoda spočívá v tom, že máme již nakreslený kus obrázku, který musíme dotvořit. Sternberg dodává k tomuto testu: „Torranceho test si zejména všímá, kolik neobvyklých nebo vysoce propracovaných detailů bylo při dokončování kresby použito.“ [9]

Torrance Test	Starting Shapes	Completed Drawing	
		More Creative	Less Creative
<p>In a standardized Torrance Test of Creative Thinking, subjects are given simple shapes (left column) and are asked to use them (top row) or combine them (middle row) in a picture or to complete a partial picture (bottom row). Evaluators judge whether the results are more or less creative.</p>	Use	 Mickey Mouse	 Chain
	Combine	 King	 Face
	Complete	 A fish on vacation	 Pot

Obrázek 3.2.: Tři metody non-verbálního testování a jeho vyhodnocení. Převzato z <http://www.haaram.com/CompleteArticle.aspx?aid=605941&ln=hi>

3.2.3 Vědomosti a tvořivost

Mají kreativní lidé předpoklady k tomu, že jsou bystřejší? Mají tvořivé osoby větší odbornost než lidé netvořiví? Podle Sternberga [9] se tímto zabývali kognitivní psychologové zaměřující se na tvořivost jako na kognitivní proces a rozdělili se do dvou „táborů“. Obě strany se shodly na tom, že hodně tvořiví lidé se vyznačují velikou snahou a tvrdou pracovitostí ve svém oboru jen pro to, aby se z nich stali odborníci. Pracují s nejrůznějšími teoriemi a poté pomocí tvrdě získaných vědomostí budují další poznatky a za použití nových metod vytváří svá díla. Tím bychom mohli říct: ano tvořivost opravdu je závislá na vědomostech.

Podle Sternberga, [9] vědci pod vedením Roberta Weisberga dospěli k závěru, že tvořivost není nic převratného. Podle nich každý člověk používá tvořivost denně a to hlavně při každodenním řešení problémů. Odlišení zajímavého od jednoduchého je jen v tom, že více talentovaní lidé mají více vědomostí a tím mohou udělat něco pamětihodného na rozdíl od ostatních. Tím také tvrdí, že talent nikdo nezískává, nýbrž se mu učí. [15]

Tento názor nesdílí ostatní psychologové, kteří se ohradili na jeho výrok, že tvořivost není nic zvláštního. Podle jejich názoru, například Ronalda Finkeho, který tvrdí: „vhled je to, co odlišuje podnětné od nepodnětného a skvělé od tuctového.“

3.2.4 Osobnost

Další psychologové se zaměřili na souvislosti tvořivosti a osobnosti člověka. Mohla by být tvořivost rysem osobnosti? Pro tvořivost je dobré, aby člověk ovládal některé osobnostní rysy: *„Otevřenost novým způsobům vidění, intuici, uvědomění si příležitosti, obliba složitosti jako výzvy k hledání jednoduchosti, nezávislost úsudku, který prověřuje předpoklady, ochotu podstupovat rizika, nekonvenčnost myšlení, jenž umožňuje vytvářet neobvyklá spojení, pronikavou pozornost a potřebu hledání principu a významu – toto je vše ve spojení s motivem a odvahou tvořit“* takto podle Sternberga [9] definoval osobnost Frank Barron. Navíc Barron dodává, že veliký význam má i tzv. *„osobní filozofie“*, tj. otevřenost a vstřícnost vůči jiným kulturám, náboženstvím, rasám, které podporují kreativitu.

3.2.5 Motivace

Samozřejmě, bez motivace není ani produktivita a tvořiví lidé mají velkou motivaci. Podle psychologie máme dva typy motivací. Jedná se o intrinsickou motivaci (vnitřní) a extrinsickou motivaci (vnější). Vnitřní motivace zahrnuje vnitřní uspokojení z dobře odvedené práce, z vývoje tvoření, touha řešit problém. Naopak vnější motivací se myslí, že děláme něco za cílem bohatství, slávy, uznání od druhých atp. Proto už je jasné, která motivace více sedí pro tvořivé lidi. Tvořiví lidé jsou nakloněni spíše vnitřní motivaci a nepotřebují k tomu podnět slávy nebo bohatství nýbrž jim stačí osobní touha po vyřešení problému. Dokonce podle Sternberga, intrinsická motivace je nezbytná pro tvoření, kdežto extrinsická motivace je často na obtíž a brzdí kreativitu.

4 Princip mozkové synergie – mentální mapování

Nejprve musíme porozumět funkci velkého mozku, abychom se mohli zaměřit na možnost co největšího využití potenciálu mozku. Mozek v našem životě zaujímá takřka nejdůležitější funkci. Vedle tělesných funkcí totiž ovládá veškeré paměťové a učební schopnosti, na které každý den spoléháme, jestliže chceme být úspěšní. Pochopíme-li celkové využití mozku, naše duševní a fyzické výkony selepší ve všech oblastech života.

Jistě jste už slyšeli nebo jste si dělali nejrůznější testy dominance levého nebo pravého mozku, kde se dozvídáme, zda nám převládá funkce pravé nebo levé hemisféry. Díky tomu bychom se měli dozvědět, zda jsme spíše přemýšliví a tvůrčí nebo zda jsme vedeni k logice. Je to opravdu tak? Nebo je to jen vědecký omyl?

Podle teorie laterality funkce mozku, každá strana mozku ovládá různé typy myšlení. Například osoby, u nichž převládá funkce levé hemisféry, tak tato osoba je charakterizována jako logičtější, analytická a objektivní, zatímco osoba, u níž převládá funkce pravé mozkové hemisféry je více intuitivní, přemýšlivý a subjektivní. [23]

Teorie laterality mozku vznikla díky Rogeru W. Sperry, který v roce 1981 za tuto teorii získal Nobelovu cenu. Při studiu vlivu epilepsie, Sperry zjistil, že při přerušení *corpus callosum* (část mozku, která spojuje obě mozkové hemisféry), může snížit nebo úplně eliminovat záchvaty. Nicméně se u pacientů objevili i další příznaky po komunikační stránce. Například, u mnoha pacientů s rozděleným mozkem bylo zjištěno, že nejsou schopni pojmenovat objekty, které byly zpracovány na pravé straně mozku, ale byli schopni pojmenovat objekty zpracované levým mozkem. Na základě těchto poznatků Sperry usoudil, že centrum řeči je řízeno v levé hemisféře. [23]

Současní neurologové jsou však skeptičtí a nevěří, že by mohlo něco tak složitého, jako je lidský mozek, fungovat tak jednoduše. Proto podle studií Dr. Jeffa Andersona nebo neurobioložky Nicole Beckerové, ve kterých tvrdí že lidský mozek nefunguje tak dichotomicky jak jsme si dřív mysleli. Podle

nedávného výzkumu [24] se zjistilo, že v předmětech jako je například matematika, jsou schopnosti nejsilnější, pokud obě poloviny mozku pracují společně. Dále obě hemisféry pracují ve většině činností pospolu a vzájemně spolu komunikují skrze corpus collosum.

Například: Levá hemisféra se specializuje na výběr zvuků, které nesou informaci tvořící slova nebo syntaxi slov atd. Ovšem nemůžeme tedy připisovat monopol na zpracování jazyka levému mozku, protože pravá hemisféra je mnohem citlivější na emocionální stránku jazyka a tudíž rozpoznává z mluveného slova nejjemnější odchylky řeči: intonaci, emoce, stres atd.

Je stále pravdou, že některé mozkové funkce se vyskytují v jedné nebo druhé straně mozku. Jazyk má tendenci převládat v levé hemisféře, naopak pozornost více v pravé. [23]

4.1 Mozková synergie

Synergie pocházející z řeckého slova synergia (συνέργια) což do překladu značí spolupráci. Synergii můžeme chápat jako interakci více složek v systému k vytvoření odlišného nebo většího potenciálu než součet jednotlivých účinků. [25] Princip mozkové synergie vymyslel a zabýval se jí Tony Buzan.

Ve světě kolem nás se synergické jevy objevují všude, od fyziky (různé kombinace kvarků produkují protony), chemie (sloučenina vodíku a kyslíku nám dává vodu), vzájemná interakce genů v genomech, ale můžeme synergii vztáhnout na sociálně organizované skupiny: včelstva, vlčí smečky, lidská společnost apod. Dalo by se matematicky vyjádřit tento vztah: $1 + 1 > 2$. Dobrým příkladem lidské součinnosti je hudební skladba. Pokud spolupracuje více hudebníků a je v součinnosti více hudebních nástrojů, poté výsledná skladba je dramatictější, než kdyby každý nástroj hrál samostatně.

Takže synergie je založena na tezi, že soudržná skupina je víc než součet jejích částí a skupina je schopna překonat výkony svých nejlepších samostatných členů. Na tyto závěry přišel ve svých studiích sociální psycholog Jay Hall. Zjistil, že skupiny, které aktivně bádali nad problematikou, ve které se společně nedomluvili, tak tato skupina byla neúspěšnější. Naopak skupiny, které cítili

potřebu vytvořit co nejrychleji společný názor a používají jednoduché rozhodovací metody, tak se ukázali jako neefektivní skupiny.

Dříve si psychologové mysleli, že při procesu myšlení funguje princip součtu – mozek funguje jako velký sklad, do kterého se skladují nové informace. [1][2] Poté se vědcům podařilo přijít na závěry, že mozek nepracuje součtově, nýbrž synergicky. Stručně řečeno součtem nové a staré myšlenky, nemusí být nevyhnutelně pouze dvě myšlenky, nýbrž více myšlenek a Buzan pod pojmem více vidí i možnost nekonečna. [1] Vše co vychází z naší představivosti, z našeho myšlení je unikátní a každá taková myšlenka se stává součástí dalších myšlenek a asociací. V hlavě se nám začíná přisunem dalších a dalších myšlenek a nápadů rodit takzvaná „superobří“ myšlenková mapa něco jako obrovská internetová síť. Přidáváním nových informací se nám rozrůstá náš „myšlenkový vesmír“ a tím že spojujeme nové informace se starými a přemýšlíme nad nimi, vytváříme další a další myšlenky. Příkladem můžou být pravěcí lidé. Ti zjistili, že o ostré úlomky pazourku se můžou pořezat a je mnohem snazší proniknout přes srst zvířat. Tyto dvě informace jim pomohli rozvíjet další myšlenky (broušení nástrojů - sekyrky, nože, kopí atd.). Takže se dá říct, že při tvořivém zpracování dvou myšlenek můžeme dojít k dalším až nekonečnému množství nových myšlenek, které vyvstávají pouze myšlenkovým procesem mozku. Naše neuronová síť v našem mozku se stává propletenější, členitější, propracovanější a mnohem úspěšnější.

Jak dosáhnout v našem synergickém mozku více fyzických propojení k efektivnějšímu zapamatování nových myšlenek? Odpověď je prostá, stačí paměť využívat často, výhodněji a účelněji. To se lehkou řečí, ale jakým způsobem využívat mozek lépe? Účinnost myšlení našeho mozku zvyšujeme především opakováním, které je neodmyslitelným nástrojem myšlení. Představme si tuneláře, který se má prokopat z jedné strany hory na druhou. Při prvním prokopání tunelu narazí na spoustu problémů a překážek, se kterými se musí vypořádat. Když dorazí do cíle tak po odpočinku začíná znovu na tom samém místě. Na druhý pokus bude jeho snažení lehčí, cesta se zdá schůdnější, ale často narazí na místo, kde se zhroutil strop a musí se dostat přes další překážku. Pokud takovouto cestu absolvuje několikrát, jeho tunel je již pevnější, protože

problémová místa (místa sesuvu) zapříčil a tunel také celkově rozšiřoval. Nejprve se tunelem sotva protáhl, poté už z něj udělal stezku pro chodce, poté tunel pro auta, až do teď kdy je horou veden vlakový koridor.

Tento příklad je jen nadnesením problematiky opakování. Čím více přemýšlíme nad danou problematikou, tím se stává přemýšlení snazším. Tony Buzan je přesvědčen je za to může zmenšující se biochemická rezistence mozku vůči jedné myšlence. Proto opakovaným myšlením nad jedním plánem, lépe definujeme pomyslnou cestu neuronovou sítí.

4.2 Myšlenkové mapy jako nástroj našeho mozku

Proč se zabývat myšlenkovými mapami a proč zrovna ve spojení s naším mozkiem? Mentální mapování je ideálním nástrojem našeho mozku především kvůli tomu, že zaměstnává obě strany mozku podle teorie laterality mozku. V mapách se uplatňuje barevné zobrazení, kreslení schémat a představivosti, kde by měla dominovat pravá mozková hemisféra v kombinaci se slovním vyjádřením, čísla nebo logikou – dominance levé mozkové hemisféry. [1]

Při tvorbě myšlenkové mapy zapojujeme synergické myšlení. Zakreslováním nám známého pojmu do mapy nám podněcuje mozek k synergickému přemýšlení a tím můžeme vymýšlet nové myšlenky na základě již známých myšlenek. Naše představy jsou v mentální mapě mezi sebou propojeny asociacemi a tyto asociace nám poskytují možnost přeskakovat od obecných myšlenek ke konkrétním, pro rozmanité podněcení představivosti a rychlému pochopení. Pokud bychom udělali výčet našich představ pouze ve formě textu, nejspíše by se nám nepovedlo zachytit velké množství detailů a nebyl by text tolika přehledný. Důvod je jednoduchý, v textu nemohou být na první pohled organizovaně propojené informace, chybí hierarchická posloupnost a tento výčet nepodporuje synergický způsob myšlení. Takže by se dalo říci, že myšlenkové mapy podporují přirozený chod mozku a používáním mentálních map zvyšujeme výkon mozku. [1][2]

Opakovaným vytvářením myšlenkových map snáze zapojujeme do našeho procesu myšlení funkce obou mozkových hemisfér. Opakováním se nám stávají

věci jednoduššími. Buzan se vyjadřuje o propojení myšlenkových map a mozku takto: *„Mentální mapy lze s klidným svědomím považovat za ztělesnění myšlenek v našich hlavách – když si nakreslíme mentální mapu svých myšlenek, neděláme nic jiného, než že opakujeme a posilujeme mapu týchž myšlenek ve své mysli. Jelikož struktura mentální mapy připomíná formu našich myšlenkových vzorců, lze její kreslení považovat za přirozené a nanejvýš užitečné opakování.“*

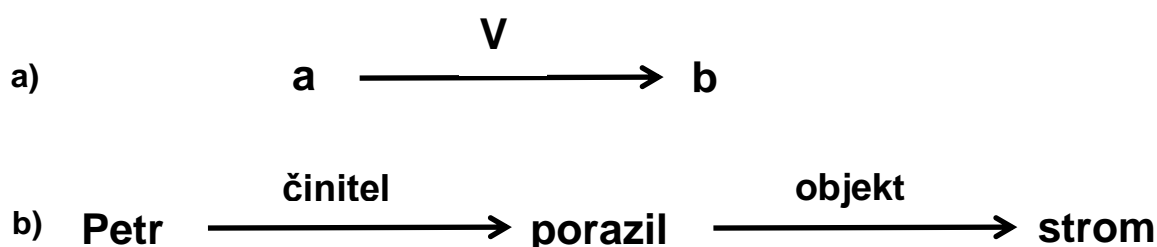
[1]

5 Pojmové a myšlenkové mapy

5.1 Modely sémantické sítě - počátek myšlenkového mapování

V roce 1950, pan Alan Collins a o deset let později M. Ross Quillian začali rozvíjet plán sémantických sítí. Důvodem bylo popsání a pochopení lidského kognitivního procesu učení a tvořivosti, aby lépe pochopili funkci mozku. Proto se spojili a v roce 1969 vydají práci o **sémantických sítích**. Tehdy začalo moderní pojetí **mapování mysli**. [3]

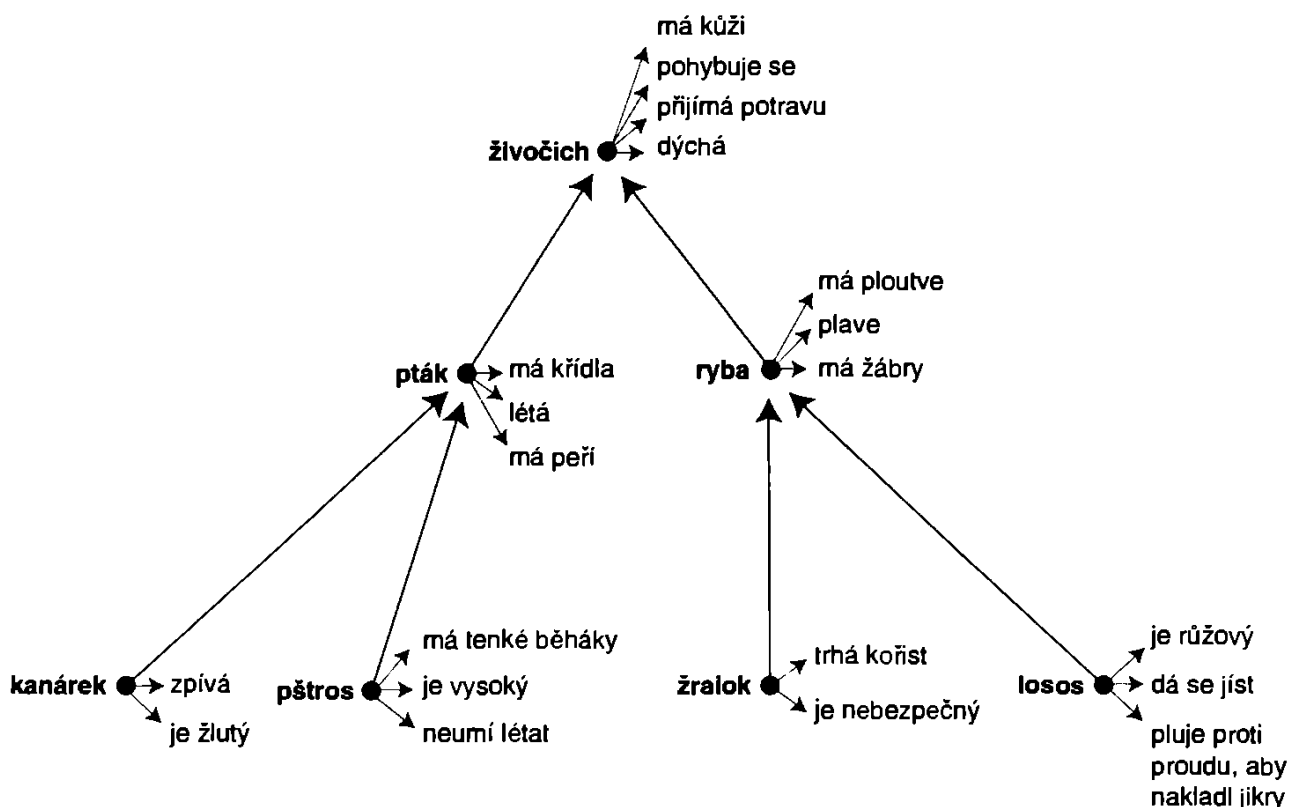
Ve své práci prokáží, že vztahy v lidské mysli jsou uspořádány **hierarchicky** do sémantické sítě. **Sémantická síť** je tvořena navzájem spojenými prvky, takzvanými **uzly**, které reprezentují pojmy. Uzly jsou propojeny vazbami, **vztahy** přiřazující k nějaké skupině (*Páka je jednoduchý stroj, křemen je nerost*), určuje vlastnosti pojmu (*čočky lámou světlo, čočky jsou průhledné*) nebo vyjadřují jiné vztahy mezi dvěma pojmy. Takže docházíme k závěru, že sémantická síť je nástroj pro uspořádání pojmů. [9]



Jednoduché sémantické sítě ukazují uzly představující pojmy provázané vztahy:

a) základní struktura sémantické sítě znázorňující vztah V, který vzájemně propojuje uzly;

b) jednoduchý síťový diagram věty „Petr porazil strom“. [9]



Obrázek 5.1.: Allen Collins a Ross Quillian vytvořili model reprezentace sémantické informace jako hierarchické sítě zdůrazňující kognitivní úspornost. [9]

O zhruba deset let později začal rozvíjet svou teorii schématického myšlení Tony Buzan se svým Mind Mapping, v překladu myšlenkové mapování, které se používá dnes jako velice užitečný nástroj pro organizaci myšlenek.

5.2 Myšlenková mapa

Myšlenkové mapování je dokonalý nástroj pro zaznamenávání si svých myšlenek, zapamatování a poté jejich snadné, zpětné vybavení. Tato metoda je dobrým pomocníkem pokud potřebujeme něco vymyslet, rozvíjí to naše myšlení k vyšší efektivitě našeho mozku. To, že myšlenkové mapování využívá hodně velké množství myšlenek nebo pojmů vůbec nevádí. Teorie myšlenkových map nám říká, že čím více myšlenek postihneme v naší mapě, tím snáze si problematiku zapamatujeme díky vyšší asociaci a tím lépe si můžeme celou mapu vybavit zpátky z paměti. [1]

Touto metodou se nejvíce zabýval **Tony Buzan**, neuropsycholog. Největšího úspěchu dosáhl právě díky technice učení **Mind Maps**, tedy myšlenkového mapování. Především se zaměřil na dosažení lepšího a kvalitnějšího učení a lépe porozumět souvislostem v dané problematice výuky. [2]

Myšlenkové mapování je „novinkou“ tvorby poznámek. Jak sám Tony Buzan píše ve své knize: „Tato technika pomáhá lidem zlepšit svůj život, pokud potřebujeme cokoli naplánovat, zapamatovat si nebo vymyslet, myšlenkové mapování je pro to nejlepší volba.“ Tento nástroj na zlepšení kvality života by měl v tomto světě opravdu využívat každý. Velcí myslitelé a fyzici už je využívali, jako například Leonardo da Vinci, Charles Darwin nebo Albert Einstein. Dokonce tohoto nástroje využívali i umělci jako Pablo Picasso nebo Michelangelo. [1]

Dále přirovnává myšlenkové mapy k cestám vedoucím z náměstí. Máme náměstí a z něj vedou hlavní cesty (hlavní ulice). Na hlavní cesty se napojují vedlejší a na ně ještě menší a tak dále až se nám vytvoří strom. Přesně tak je členěna i myšlenková mapa. Jako náměstí si představme centrální myšlenku, z té nám vedou hlavní myšlenky (základní pochopení problematiky). Na ty se napojují vedlejší uličky, které konkretizují naše chápání, doladují naši ideologii a dotváří celé myšlenky do maličkých detailů. Vlastně je to taková mapa, která nám myšlenky, nápady, čas a pojmy organizuje formou, kterou si náš mozek dokáže snadno a rychle zapamatovat a pak dále s ním pracovat. V tomto ohledu má tato technika výhodu a to, že zápis poznámek je o hodně snazší, lépe zapamatovatelný a snadněji vybavitelný než u klasických poznámek. [1]

5.3 Co správná mapa musí obsahovat

Již víme, že mozek je nejaktivnější pokud využívá při myšlení obou složek, kreativity a logiky zároveň. Lidé jsou zvyklí psát „eseje“ pro řešení určitých problémů, lineární text, ve kterém se brzy ztratíte a velice rychle ho zapomenete. Z tohoto důvodu se zavedla pravidla při sestavování mapy, která mají podporovat tvůrčí a přehledný zápis poznámek, řešení problémů, organizování času.

- Používání barev

- Hvězdicová struktura začínající od středu
- Používání křivek a nerovných čar
- Využívání obrazových symbolů
- Pouhých několik slov bez vět

Už na pohled si musíte říkat, že celá tato soustava vypadá, že nás nic nenaučí, ba dokonce to vyzní jako nějaké omalovánky pro děti. V tom tkví celé kouzlo. Uděláme si z nudných a strohých zápisků hezké a barevné mapy s obrázky pro lepší zapamatování. Rozebereme si všechny již výše zmíněné aspekty pro tvorbu myšlenkových map podrobně. [1]

5.3.1 Kritéria tvorby myšlenkových map

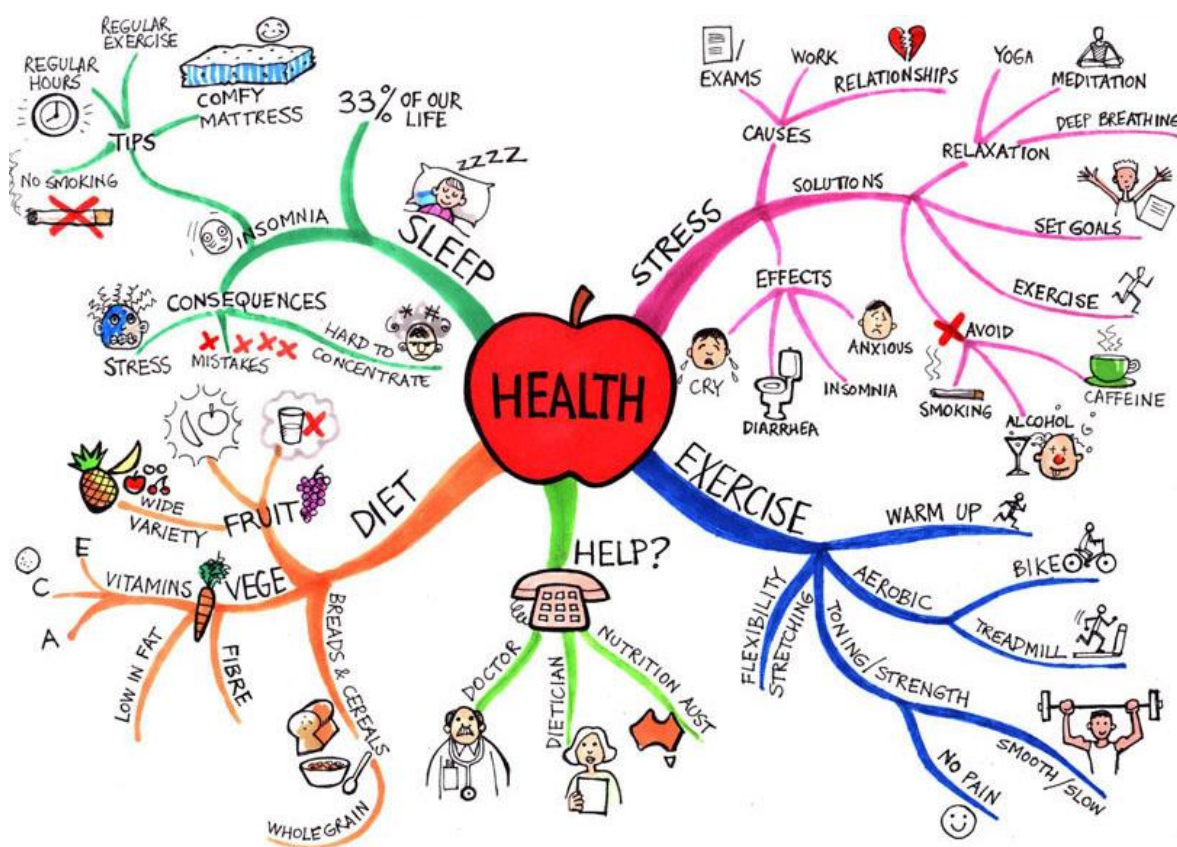
Předtím než začneme vytvářet myšlenkovou mapu, musíme definovat a jasně stanovit kritéria, která budou platit pro tvorbu myšlenkových map obecně. [1][2]

Myšlenkovou mapu začínáme rozkládat **vždy doprostřed** čistého listu papíru, abychom dali mozku volnost rozprostit potenciál působit přirozeně a volně rozvíjet naše myšlenky dále a nesvazovat ho pouze jednou stranou papíru. [1][2]

Hlavní myšlenku (naše pomyslné náměstí) **vždy doplníme obrázkem**. Jak jsme si řekli, lidský mozek většinou vnímá obrazový materiál, a člověk si lépe pamatuje různé podněty. Tak pokud se budeme řídit úslovím: „obrázek vydá za tisíce slov“ určitě si lépe zapamatujeme obrázek, který jsme si sami nakreslili, než větu, kterou nám někdo nadiktuje, nebo kterou opíšeme z knihy nebo učebnice. Navíc obrázek je mnohem živější a tím naše pozornost je upoutána na dané téma i motivujeme mozek k vyšší činnosti. S tím dále souvisí používání barev. Barvy v našich mapách jsou stejně důležitou součástí jako například vyobrazení hlavních myšlenek obrázkem. Mapy jsou pak mnohem zajímavější a naše přirozená tvořivost se může rozvíjet příznivějším směrem. Hned nebereme vytváření poznámek jako nudnou součástí výuky, naopak jako zábavnou a kreativní součást. [1][2]

K ústřední myšlence, dotvořené obrázkem, doplníme hlavní větve, na ty napojíme větve vedlejší, k nim poté větve třetí úrovně atd. Lidský mozek pracuje podle asociativní teorie tak, že propojuje více uzlů vědění a tím vytváří celkovou myšlenku, vytváří asociace pojmů. [21] Pokud propojíme dvě nebo tři větve, lépe si zapamatujeme myšlenky a snáze jim rozumíme. Utváříme strukturu, která je v běžné přírodě velmi přirozená, a to stromovou strukturu. Kde kmen je naší centrální myšlenkou a dále se rozvětňuje pomocí hlavních větví, na ně navazují další větve a na ně další. Pokud bychom uřízli od stromu jednu z hlavních větví, její vedlejší větve spadnou s ní. Právě tak je to i s naším mozkiem. Mozek asociuje a vytváří myšlenky od obecné ke konkrétní, a pokud nám vypadne jedna z prostředních větví v naší mentální mapě, nebude nám dávat mapa smysl a mozek nedosáhne takového stupně asociace. Proto **je důležité myšlenky spojovat**. [1][2]

Větve **nezakreslujeme jako rovné čáry, nýbrž jako křivky**. Rovné čáry se podobají lineárnímu pojetí učiva, jsou nudné a snižují atraktivitu a motivaci pro náš mozek. [1][2]



Obrázek 5.2 Ukázka myšlenkové mapy [1][2]

Pro každý uzel nebo větev používáme pouze **jednoslovné vyjádření** nebo **slovní spojení**. Pokud začneme rozvíjet naše myšlenky do vět, pak se z naší mapy stane znovu pouze lineárně a nudně napsaná slova, které jsou obtížné si zapamatovat, natož pak vybavit. Klíčová slova v mapách podněcují náš mozek k větší efektivitě a větší úrovni asociace. Při psaní vět se mozek nedokáže tolika soustředit na to podstatné a uchyluje se ke snížení své aktivity. [1][2] Lineárně psaný text není pro náš mozek svobodným projevem našich myšlenek, pokud si něco vybavujeme tak jsou to obrazy, ne texty. [1][2]

Po celém obsahu naší mapy používáme obrazové symboly s vyobrazením konkrétní myšlenky. Jak jsme si už jednou nadefinovali, jeden obrázek vydá za tisíce slov. Pokud takových obrázků budeme mít více, už se nám počet slov napsán tradičním způsobem násobí o to víc. [1][2]

5.4 Pojmové mapy

Zrod pojmových map byl v roce 1972 na univerzitě v Cornellu. Vědecký pracovník Joseph D. Novak se snažil přijít na zjednodušený způsob, jak dětem přizpůsobit znalosti přírodních věd. Při snaze najít způsob jak lépe ozřejmit dětské pojmové chápání přišel na to, že by se daly dětské znalosti znázornit pomocí pojmových map. Tato metoda se dále rozvíjela a dnes se již využívá při vědeckých pracích ve školství, ale i v jiných oborech. [1][2]

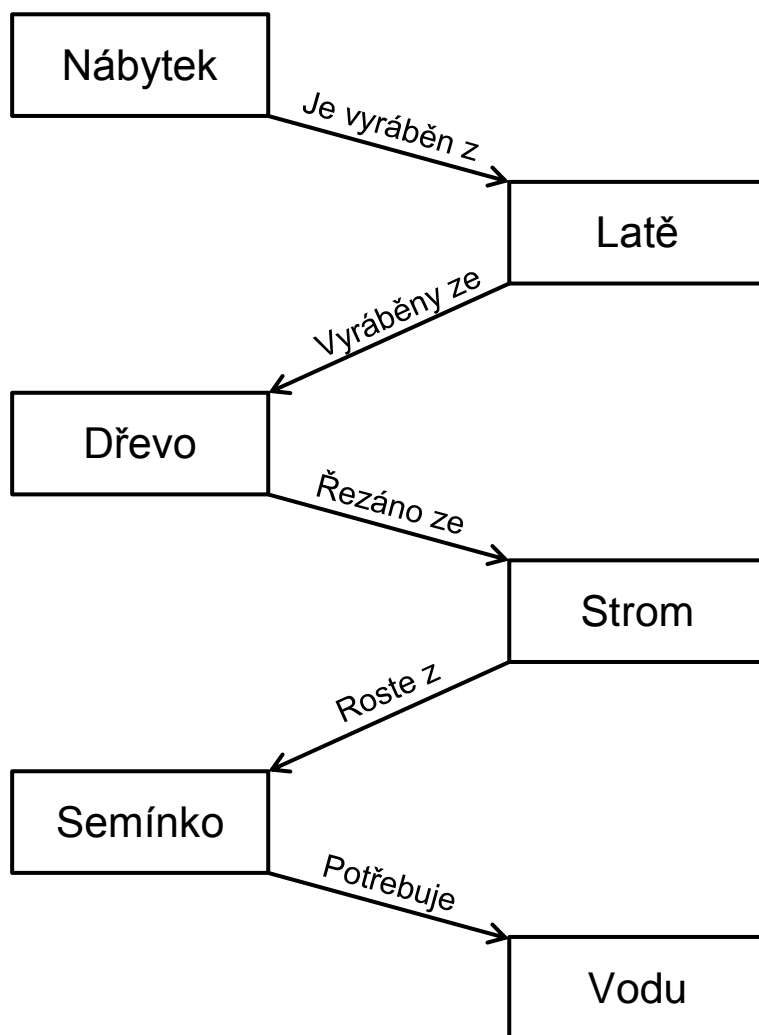
Podle Pedagogického slovníku je „*pojmem - zobecněná představa o něčem, vyjádřená jedním či více výrazy přirozeného nebo formálního (např. chemický vzorec) jazyka.*“ [8] „*Joseph D. Novak a Alberto J. Cañas definují pojem jako vnímanou pravidelnost v událostech nebo v objektech označenou většinou jedním slovem nebo více slovy, popř. symboly.*“ [7]. Jednoduše řečeno pojem je slovo nebo slovní spojení označující myšlenku, kterou si můžeme vybavit a má nějaký význam.

5.4.1 Vlastnosti pojmových map

Pojem, jak už název vypovídá, je základem pojmových map. Stejně jako myšlenkové mapy, pojmy uspořádáváme do kruhových, nebo oválných tvarů popř. do obdélníků. Jednotlivé pojmy jsou propojeny spojnicí ve tvaru čáry nebo šipky udávající spojující jednotlivé pojmy. Nad spojnice doplníme krátké, ale výstižné popisy vztahů mezi jednotlivými pojmy, protože právě to je charakteristické pro pojmovou mapu. [7]

Dále je důležité dodržovat hierarchii pojmové mapy. Nejprve zakreslíme obecný pojem, vždy doprostřed listu a od toho se dále odvíjí další konkrétnější a specifitější pojmy. Je důležité také zachovávat kontext pojmové mapy. Proto musíme vždy definovat nějakou otázku, kterou si napíšeme například do rohu, a která nám bude připomínat, že se pojem má ubírat správným směrem a neodchylovat se od svého původního záměru. S tím souvisí i provázanost pojmů. Pokud budeme bezmyšlenkovitě navazovat další a další pojmy na sebe vznikne nám takzvaná provazová mapa, která nemá s naší pojmovou mapou nic dočinění. [7]

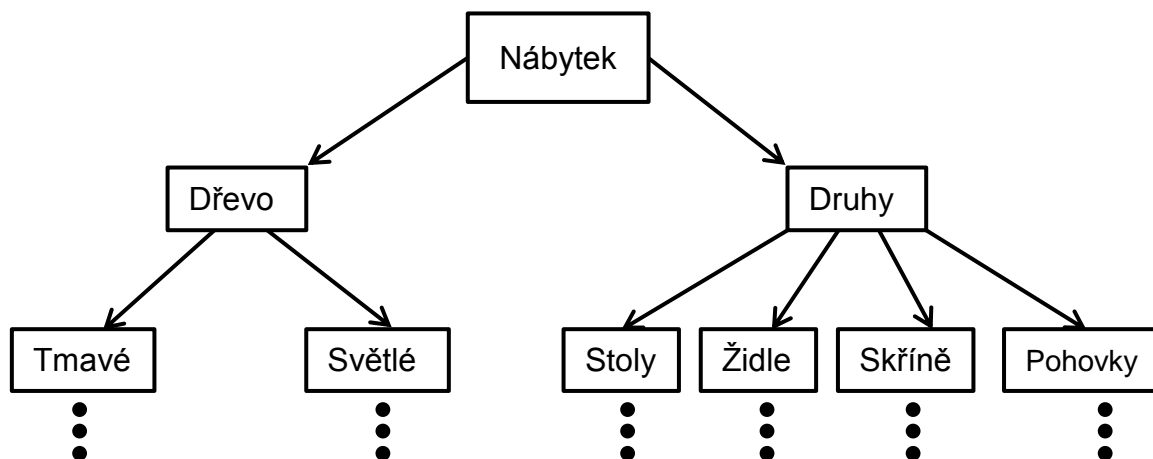
Na obrázku 5.3. vidíme takzvanou provazovou mapu, která nám nedává vůbec žádné informace. Je jen propojená do nekonečna a úplně se ztrácí smysl mapy. K obrázku 5.3.: V příkladu jsme chtěli na truhlářské střední škole, aby nám nakreslili jak rozvíjet pojem nábytek dál. Ve většině případu jsme dosáhli provazové mapy. Což z hlediska truhlářiny je nic neříkající.



Obrázek 5.3: Provazová mapa – druh mapy nevypovídá užitečnou informaci

Pro krátký příklad, jak by mohla vypadat nerozvinutá pojmová mapa, pro téma nábytek si ukážeme na dalším obrázku.

Na dalším obrázku už mapa má význam říká, že nábytek se vyrábí ze dřeva a z jakého dřeva, a že nábytek máme rozdělen na druhy. Už to není pouze provazová mapa, ale už má nějaký význam a nevymyká se kontextu.



Obrázek 5.4.: Rozvětvení mapy pojmů

Podotýkám, že tato mapa je pouze nástin mapy, jak by mohlo vypadat větvení pojmových map.

5.4.2 Kritéria tvorby pojmových map

Pro to, abychom mohli vytvářet naši pojmovou mapu, musíme zhodnotit oblast znalostí, která je pro nás dobře známá, nebo pro osobu konstruující pojmovou mapu. Také je velice důležité si určit nějakou otázku, nebo výchozí problém. Ve většině případů, pokud tento krok nepodnikneme, sklouzne naše bádání a tvoření k věcem vzdáleným těm, které doopravdy potřebujeme a naše energie a úsilí se tak vyčerpává zbytečně. Definováním hlavní otázky, které se snažíme porozumět, vytváříme kontext pomáhající nám při strukturování hierarchie map. Takže si před začátkem konstrukce určíme tzv. „ústřední otázku“. Ta nám konkretizuje náš problém. Pokud naše mapa dokáže zpětně odpovědět na naši otázku, můžeme říci, že byla otázka správně položena a dovedla nás k rozvinutější mapě a tím k lepšímu porozumění našeho problému. Ne každá otázka je ale vhodná. [7]

Takže určitě je lepší zamyslet se a trochu popřemýšlet jak položit ústřední otázku. Protože se tato práce specifikuje na myšlenkové a pojmové mapování ve

výuce fyziky, tudíž příklad dobře a špatně položené otázky uvedu na příkladu z fyziky. Naším cílem by bylo donutit žáky vytvořit pojmovou mapu na téma tlak. Proto by úkol zněl: „vytvořte pojmovou mapu na téma tlak“ nebo otázka „co je to tlak?“ Jistě cítíte, že položit úkol s ústřední otázkou takto je nesmysl. Proto se musíme zamyslet, jak lépe formulovat pracovní úkol a zároveň aby to byla dobrá ústřední otázka. Například podle teorie konstruktivismu: „Čím nám tlak škodí a čím je nám užitečný?“

Pro vytvoření pojmové mapy je důležité položit správnou ústřední otázku. Oproti myšlenkové mapě, která začíná uprostřed listu a dále se větví do všech stran, pojmová mapa začíná nahoře a větví se směrem dolů. Proto ústřední pojem umístíme na vrchol listu. Oba tyto aspekty mají velký vliv na správné rozvíjení naší pojmové mapy.

6 Myšlenkové mapy ve výuce fyziky

V předešlých kapitolách jsme si ukázali zásady při tvorbě myšlenkových map. Proč bychom nemohli použít myšlenkové mapování například při výuce? Ty školy, které se hlásí k učení stylem kritického myšlení, již myšlenkové mapování využívají ve výuce na prvním stupni. Při výuce fyziky se objevuje mnoho myšlenek a také hodně myšlenek je na sebe vázáno, tudíž se nám zde krásně bude hodit myšlenkové mapování. Nejprve musíme odkrýt, jaké by mohlo mít mapování dopad na výuku fyziky. Příznivý nebo naopak negativní?

Myšlenkové mapy mohou být při výuce užitečným nástrojem. Myšlenkovou mapu je možné použít například na začátku vyučovací hodiny jako motivace před hlavní částí výuky. Pokud učitel začíná s výukou nové látky, tak by mu mohla myšlenková mapa na začátek pomoci zjistit žákovo úroveň dosavadních znalostí o tomto novém problému. Učitel pak ví, na jakých základech může stavět další látku, a později se mohou o tuto mapu opřít a dále jí rozvíjet. Učitel může motivovat mapou i pomocí společné konstrukce mapy s diskusí a tím i ukázat co bude náplní hodiny popřípadě celého vyučovacího celku. Větší význam má myšlenková mapa navržená přímo žákem. Nejen že je to motivačním prvkem, ale i hodnotícím. Učitel si tak může zjistit, jak bylo nové učivo zapojeno do předchozích pojmů a znalostí. Také může určit, jak moc byly žákovo představy o konkrétních pojmech chybné nebo naopak správné. Dokonce zjistíme, jestli se žák nad problémem zamyslel i z jiné roviny pohledu. Proto asi budou myšlenkové mapy více využívány na konci výukového celku, když budeme ověřovat úroveň přijatých znalostí. Žákem vytvořená mapa slouží učiteli pro hodnocení žákovy práce, úrovně nabytých znalostí a také zhodnotí správné žákovo zařazení pojmu. Tudíž pojmové mapování odhaluje poznané nebo chybné myšlení a heuristicky popisuje úroveň a předmět edukace dané látky. Také má autoevaluační prvky, kdy se může sám žák dozvědět, jak pokročil ve svém bádání.

[7]

V knihách, učebnicích, skriptech nebo v učebních materiálech jsou nové vědomosti předkládány v lineární podobě. Ovšem v žákově hlavě se všechny nové

znalosti a pojmy ukládají organizovaně a určitou hierarchickou posloupností s velkým množstvím provázaností. Tento způsob utváření si nových informací v mozku se shoduje s teorií myšlenkových i pojmových map. [7]

Pokud vezmeme dnešní program RVP, tak se dozvíme, že je snaha provázat předměty mezi sebou. Je to logické. Většina předmětů spolu souvisí ať už přímo, nebo pouze v některých vybraných částech učiva. Také se dozvíme, že je potřeba pokládat větší důraz na použití v praxi. Mezipředmětovost a napojení na praxi je možno a doporučuje se používat při sestavování myšlenkových a pojmových map. Navíc učíme žáky propojovat jednotlivé pojmy mezi sebou, ty propojujeme s dalšími oblastmi vědomostí a neméně důležitá je i nadřazenost a podřazenost pojmů, kterou vytváříme v žácích již na základní škole. Pokud se žáci naučí používat mapování jako pomůcku ve výuce i v běžném životě, zjednoduší si tím pochopení znalostí a nakládají tak s časem efektivněji a úsporněji.

Díky pedagogické praxi, v rámci povinného předmětu na Jihočeské univerzitě, jsme měli možnost vyzkoušet mapování ve výuce. S velkými ambicemi se pouštět do výkladu látky pomocí pojmové mapy, nebylo tak dobré, jak se předpokládalo. Žáci byli zmatení a ne všemu rozuměli. Tím jsme zjistili, že žáci musí být na tento druh práce zvyklí a při začleňování myšlenkových map do výuky se nesmí postupovat moc rychle a spíše celou problematiku mapování vysvětlit na něčem velmi jednoduchém a názorném. Pro lepší názornost u první práce s mapami je vhodné použít jednoduchý a všemi známý pojem. První seznámení s myšlenkovými mapami by mělo probíhat řízeným dialogem, tedy výukou, kdy učitel dává podnět pro diskusi a snaží se žáky motivovat k aktivitě a spíše učitele doplňovat. Učitel umístí nebo nakreslí obrázek s motivem hlavní myšlenky doprostřed tabule a položí ústřední otázku. Poté požádá žáky o zamyšlení se nad všemi myšlenkami týkajícími se našeho obrázku. Myšlenky zapisujeme buď do sloupce, nebo podle učitelova uvážení je umísťujeme okolo našeho ústředního obrázku. Pokud již nemáme co víc vymyslet, můžeme začít diskusi na téma nadřazenost a podřazenost jednotlivých myšlenek mezi sebou. Celé to vyjádříme hierarchií a tím vytvoříme hvězdu s větvemi od středu až po špičku větve. Tím

znázorníme nadřazenost a podřazenost. Když máme strukturu hotovou, doplníme vztahy i se spojovacími slovy mezi jednotlivé myšlenky. Tak již máme skoro hotovou mapu. Jako poslední se podíváme, jestli máme i nějakou příčnou vazbu. Jak jsme si již řekli, příčná vazba je taková, kdy se nám spojují dvě myšlenky z rozdílných větví. Nyní máme hotovou mapu a měli bychom, jakožto učitelé, celý proces shrnout a vysvětlit žákům, že jsme právě vytvořili myšlenkovou mapu. Než začnou žáci používat mapy samostatně, měli by se v hodinách ještě párkrát objevit pouze jako zápisky, nebo sestavení za pomoci učitele, který už nechává průběh tvorby pouze na žácích, pouze upozorňuje na problémy při jejich sestavování a chybných názorech o některých pojmech.

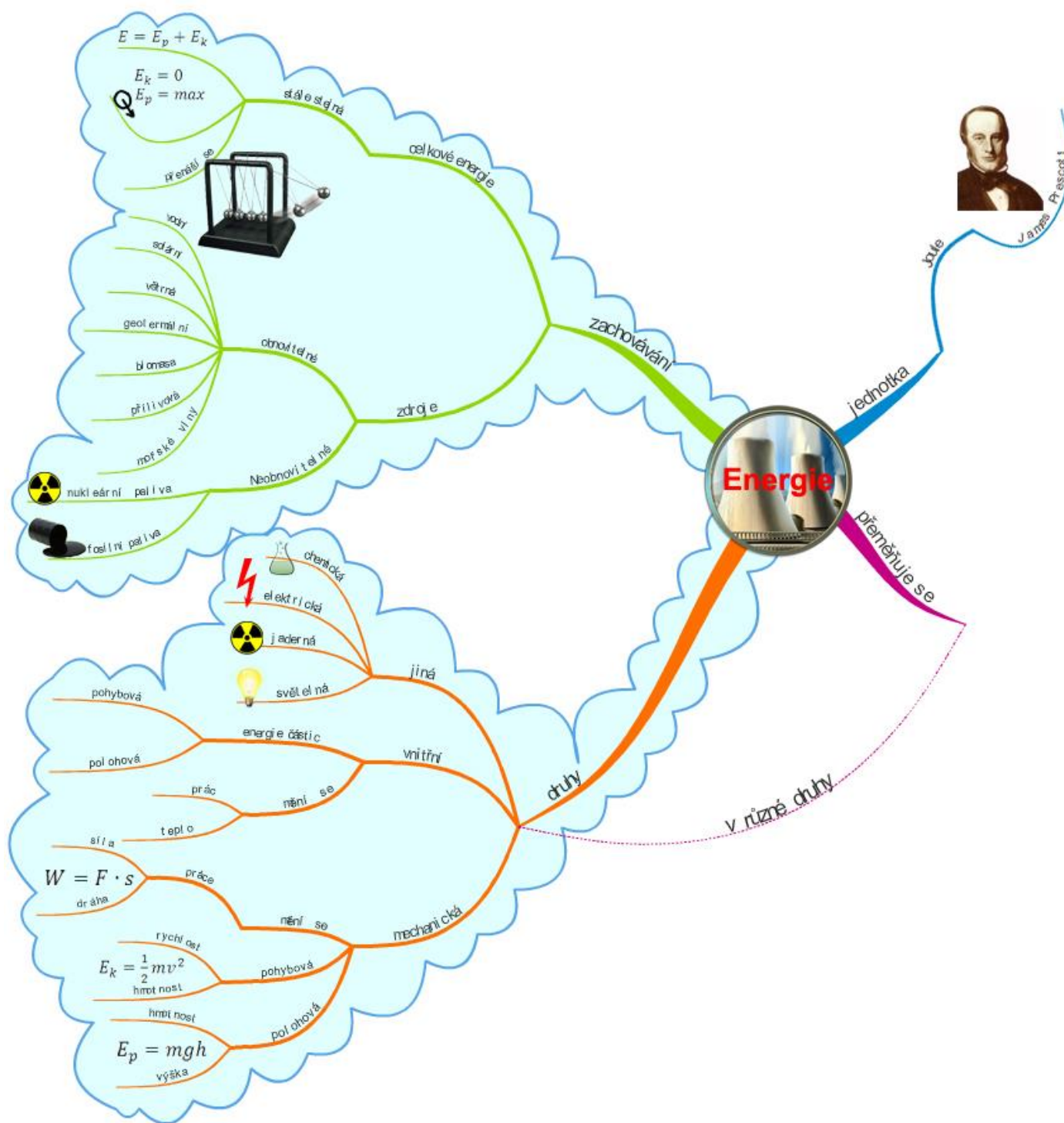
6.1 **Prezentace učiva**

Ještě před lety se ve školství nepoužívalo nic jiného než transmisivní vyučování, lineární vyučování a učitelé na základních školách přednášeli novou látku monologem. Dnešním cílem školství je zaujmout žáky, přinést jim informace zajímavějším způsobem a nejlépe, aby žáci sami na nové poznatky přišli bádáním a přemýšlením, čímž se jim do paměti vryje daná problematika společně s prožitými emocemi, jako například radosti z dobře odvedené práce, pýchy, štěstí, seberealizace atd.

Lineární podobu nebo učení se výkladem už mladé lidi „netáhne“. V době internetu, kdy každou informaci si v lineární podobě mohou přečíst, (a nepotřebují k tomu knihu nebo učitele) nebo dokonce jim to počítač i sám přečte, takže ani nic číst nemusí, musí učitel přijít s inovativním řešením předkládání informací. Jedním z nich by mohly být **pojmové a myšlenkové mapy**.

Pro to abychom mohli začít výuku s pomocí map, předpokládáme, že žáci již s mapami pracovali, nebo alespoň ví, o co se jedná. Z počátku je výhodné používat mapy jako opakování nějakého velkého učebního celku. (viz obr. 6.1.). Tato mapa graficky znázorňuje hlavní myšlenky o energii a jiným způsobem se snaží přidružit jednotlivé pojmy mezi sebou do hierarchické posloupnosti tak aby byly více srozumitelné, zábavnější a barvitější a tím vytvořily spojení mezi novými a starými pojmy. Tato mapa by se dala dále rozšiřovat potřebným směrem,

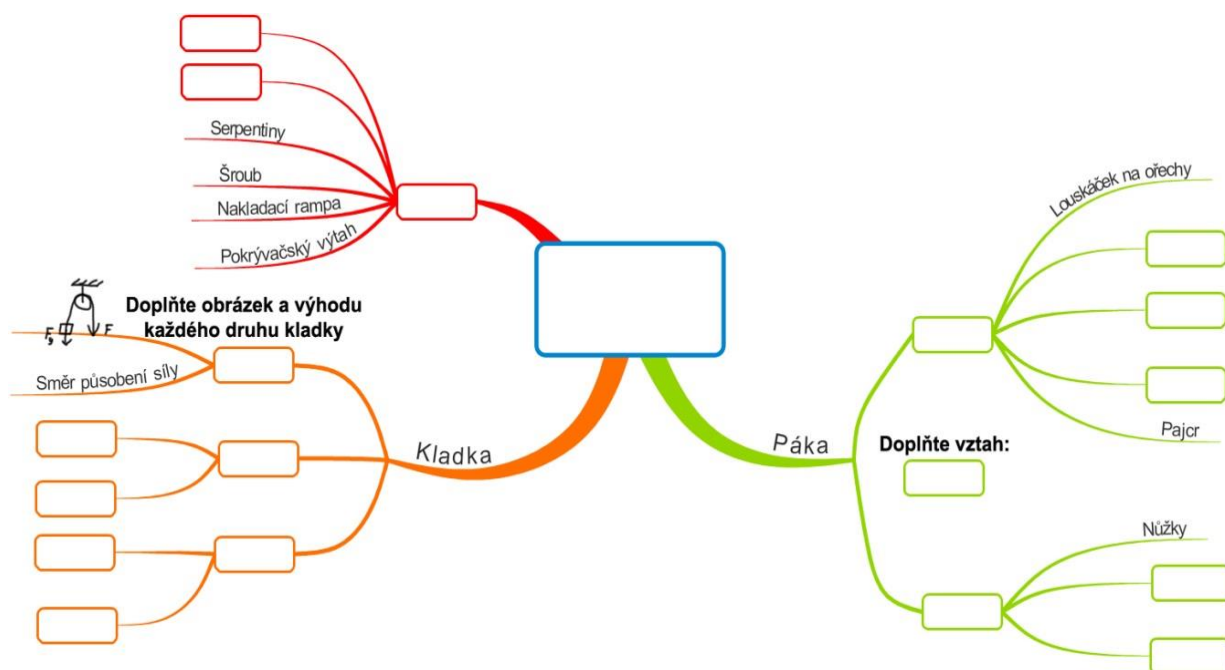
kam učitel bude chtít nasměřovat žáky na novou látku, ale pro naši představu a pro pochopení učiva o energii takováto mapa stačí.



Obrázek 6.1.: Prezentace učiva pojmovou mapou (Převzato a upraveno [11][12][22])

Další možností činnosti žáků s mapami je tzv. slepá mapa. Slepá mapa slouží pro oživení dřívějších znalostí, ověření žakových vědomostí, ať již samotným žákem, nebo je to prostředek pro učitele, který se může dozvědět úroveň pochopení látky žáky, na co se příště zaměřit, co žákům dělá problémy, nebo naopak co pochopili dobře a není tudíž potřeba se více touto problematikou zabývat.

Do obrázku 6.2. žáci vpisují do prázdných políček pojmy tak, aby celá mapa dávala smysl. Jsou dva způsoby jak tuto mapu zadat. Buď přidáme instrukce ke slepé mapě: „Doplňte do prázdných políček pojmy, aby dávala mapa smysl a řiďte se podle dalších pokynů na mapě“. Také se dá tato mapa zadat i s nápovědami: „Doplňte následující pojmy do mapy, a kde to jde, doplňte obrázkem nebo schématem, popisující funkci jednotlivých pojmů (*jednozvrtná, složená, nakloněná rovina, jednoduché stroje, poloviční silou, trakař nebo kolečko, pevná, poloviční silou a změněno působení síly, houpačka, otvírák na pivo, rovnoramenné váhy, řadicí páka, dvojjzvrtná, volná, klouzačka, lanovka*)“



Obrázek 6.2.: Slepá mapa

Tento druh mapy lze použít i jako nástroj pro hodnocení získaných znalostí žáků. S tímto druhem mapy můžeme připravit jako úvod hodiny pro zopakování již dříve probraného tématu.

6.2 Řešení problémových úloh pomocí myšlenkových map

Při řešení problémových úloh je nutné zapojit tvůrčí myšlení k jejich vyřešení. Řešením problémových úloh se rozvíjí žákovo myšlení a často bývají úlohy z reálného života, tak i žáky zaujmou. Naopak vyumělkované úlohy jsou spíše otravné, nedávají žákům představu o funkci fyziky ve světě kolem nás. [10]

Jak jsme již psali, myšlenková mapa rozvíjí naše myšlení a vhodným způsobem zaznamenává naše myšlenkové pochody do podoby našemu mozku nejideálnější. Spojením tvořivých úloh a nástroje pro podporu tvořivosti nám vychází možnost řešit problémové úlohy pomocí myšlenkových map.

6.2.1 Metodika řešení problémových úloh pomocí myšlenkové mapy

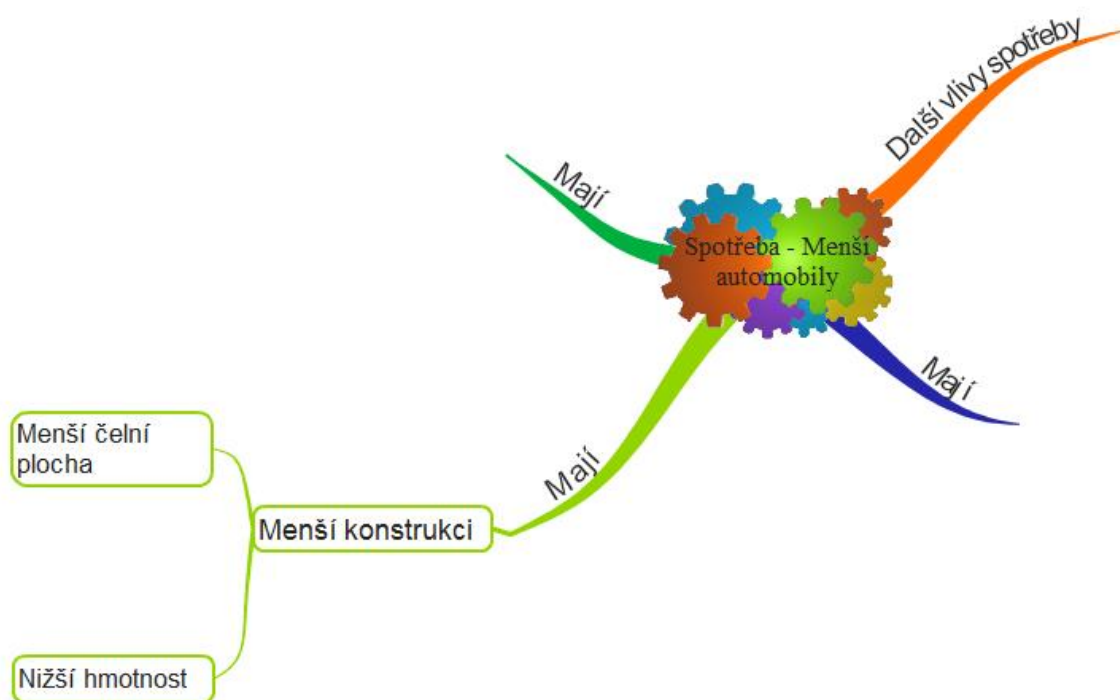
Nejprve si zadáme problémovou úlohu, pro zřejmější osvětlení metody jejich řešení.

Problémová úloha: Proč mají menší auta nižší spotřebu paliva?

Budeme vycházet ze dvou skutečností – metodika řešení problému a aspekty pro tvorbu myšlenkových map.

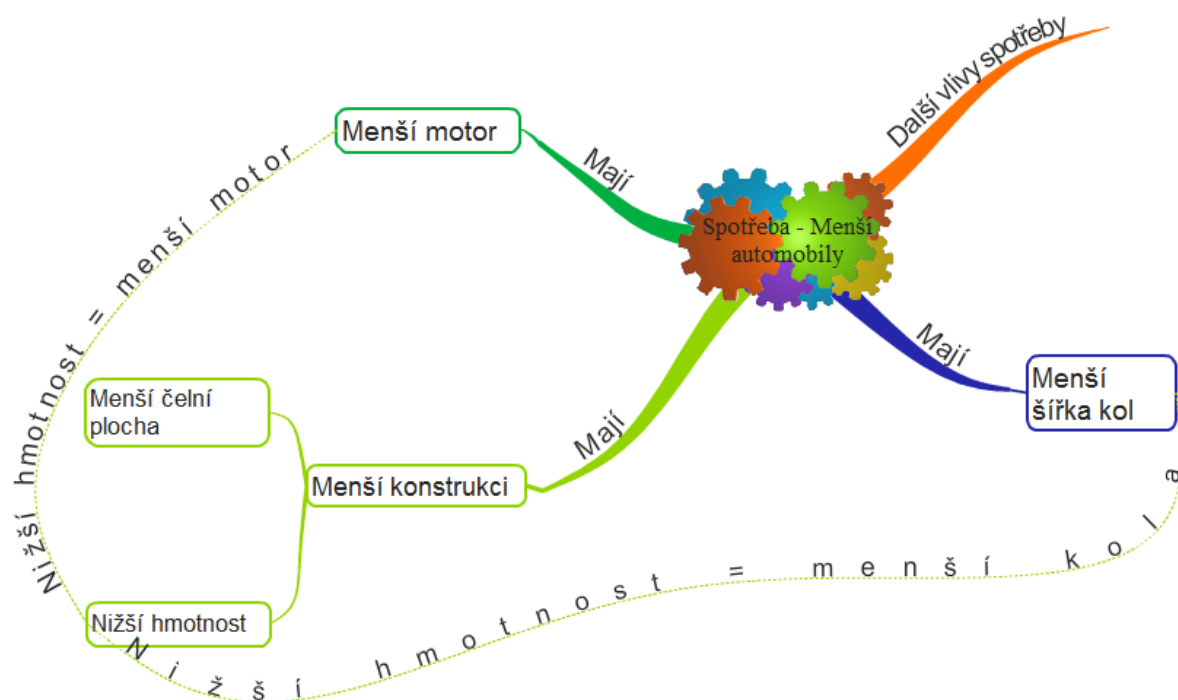
Nejprve si musíme **definovat problém**. Naším úkolem je teoretické ověření, zda mají menší automobily nižší spotřebu paliva a zdůvodnění proč tomu tak je. Poté si vezmeme papír A4 otočen na šířku nebo vhodný počítačový program pro tvorbu myšlenkových map a doprostřed stránky si napíšeme ústřední myšlenku našeho problému. Jako ústřední myšlenku doporučujeme dát předmět zkoumání, v našem případě jsou to menší automobily. Pro lepší přehlednost si můžeme napsat otázku na vrch listu anebo jedním slovem zakomponovat do ústřední myšlenky. V našem případě jsme zvolili ústřední myšlenku: **Spotřeba – menší automobily**. Zkoumáme, jaké vlastnosti mají menší automobily a jak to ovlivní jejich spotřebu.

Dalším bodem tedy je zanalyzovat jak se změní vlastnosti vozu, pokud je vůz menší. Začneme tím, že menší automobil má menší konstrukční velikost a tím se **zmenšuje jeho hmotnost a čelní plocha**.



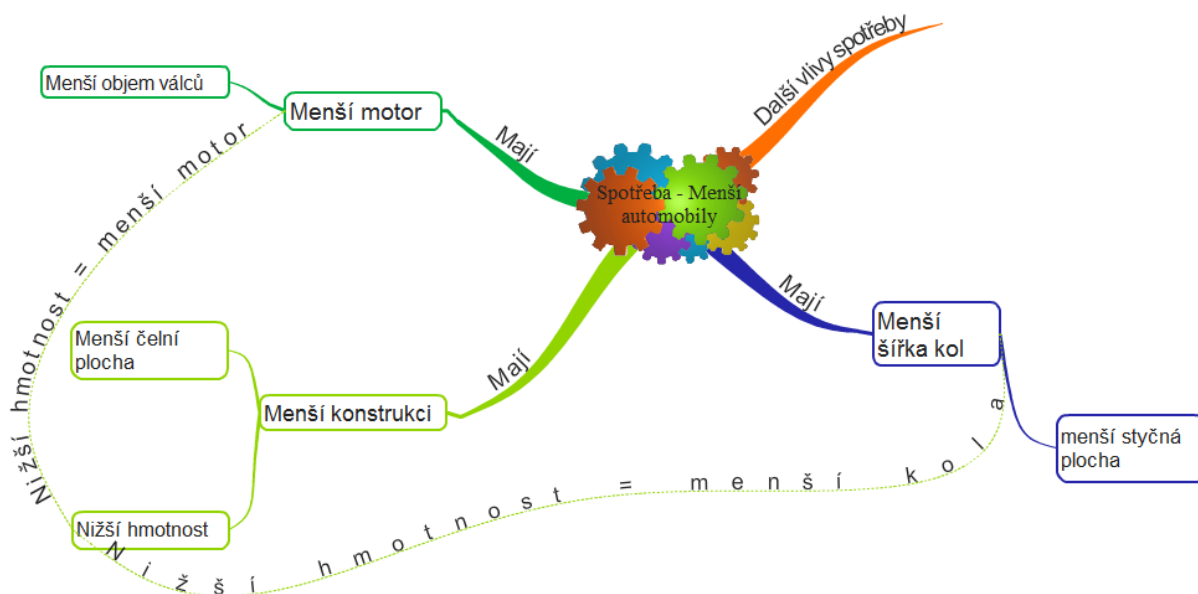
Obrázek 6.3.: První analýza – menší automobily mají menší konstrukci. Druhá analýza – menší kostruce mají menší hmotnost a mají menší čelní plochu.

Díky této informaci můžeme **dále rozvíjet mapu**. Jestliže má konstrukce menší hmotnost nepotřebuje tak **silný motor** a kola, která by udržela konstrukci, nemusí být tak široká. Tyto poznatky zakreslíme jako nové, samostatné myšlenky propojeny křížnou vazbou. V našem případě je tato křížná vazba oboustranná. Zmenšením konstrukční hmotnosti nepotřebujeme mít tak velký motor, zmenšením motoru se nám znovu sníží hmotnost automobilu, a to samé platí pro šířku kol.



Obrázek 6.4.: Další analýzy díky menší hmotnosti mají menší kola a nepotřebují tak silné motory tudíž i motor je menší.

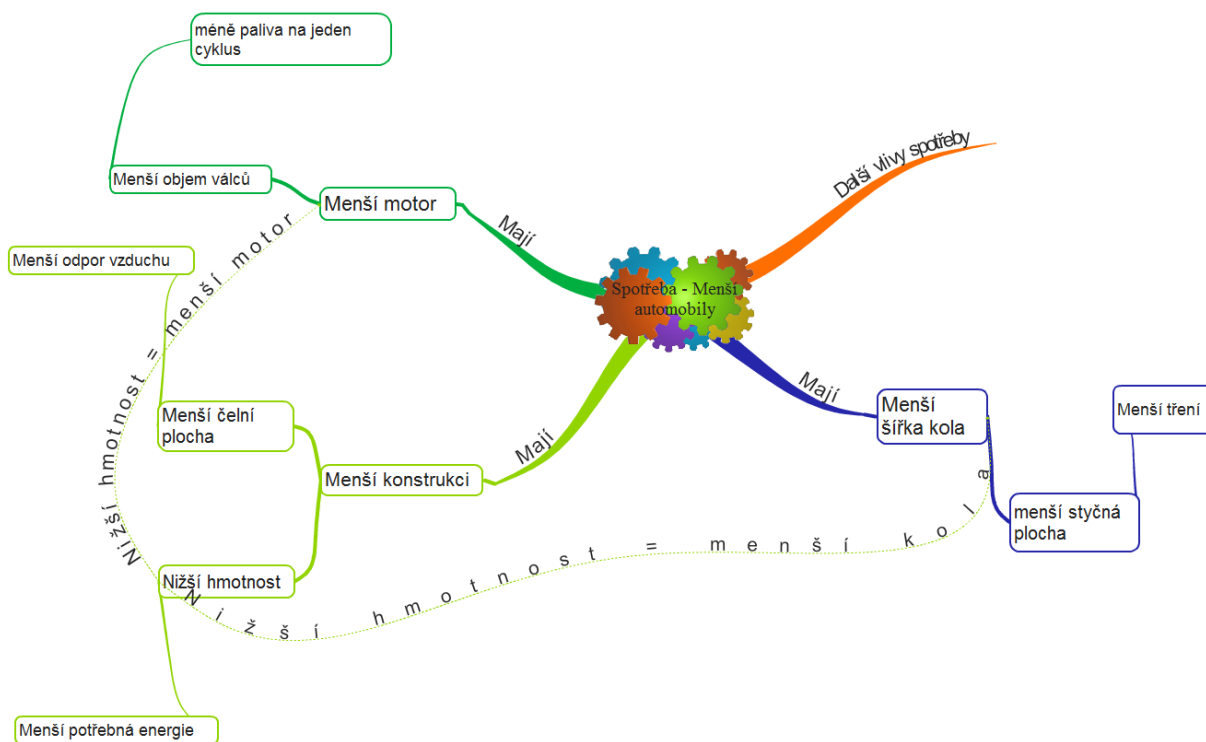
Ještě **zanalyzujeme**, jaké mají vlastnosti dvě zbývající myšlenky: motor a kola. Nyní analyzujeme každou část nezávisle na ostatních. Zmenšením motoru se zmenší objem jednotlivých válců motoru. Zmenšením šířky kol se zmenší styčná plocha mezi kolem a povrchem.



Obrázek 6.5.: Analyzování nových myšlenek

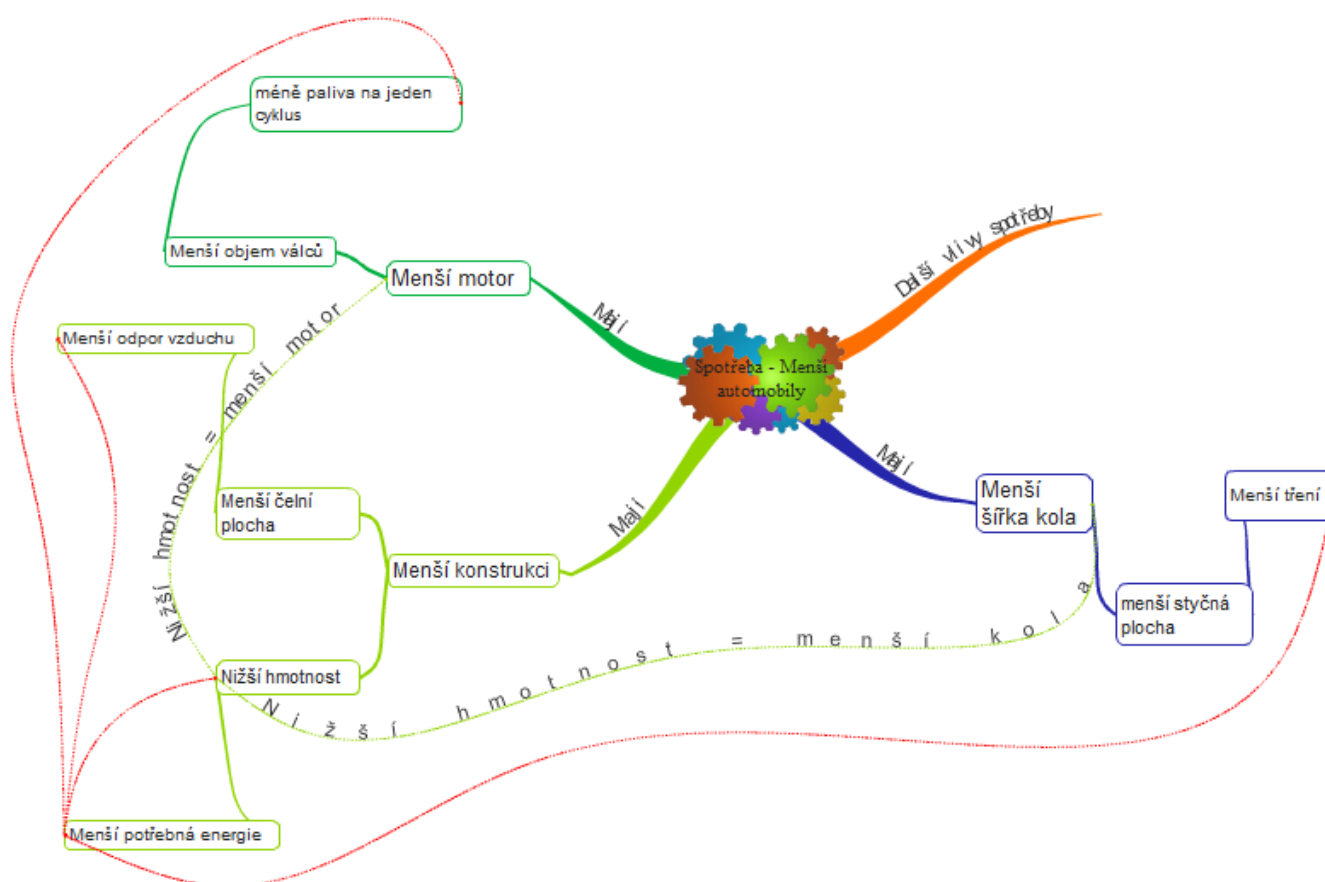
Nyní k těmto myšlenkám napojíme fyzikální podstatu.

Právě přichází nejdůležitější fáze řešení: ověřovací fáze. Máme vypsány čtyři fyzikální myšlenky, které mohou ovlivňovat spotřebu zmenšením automobilu.



Obrázek 6.6.: Analyticky rozebíráme každou další myšlenku až ke konečným myšlenkám.

Posoudíme, zda dané myšlenky doopravdy snižují spotřebu. Pokud některá myšlenka nesplňuje podmínku, můžeme myšlenku buď škrtnout, nebo slovně označit myšlenku (např.: nemá vliv). My jsme zjistili, že menší tření, menší odpor vzduchu nižší hmotnost a menší objem válců mají jedno společné a to menší potřebnou energii pro provoz menšího automobilu. Proto doplníme křížné vazby u nás znázorněné červenou barvou.



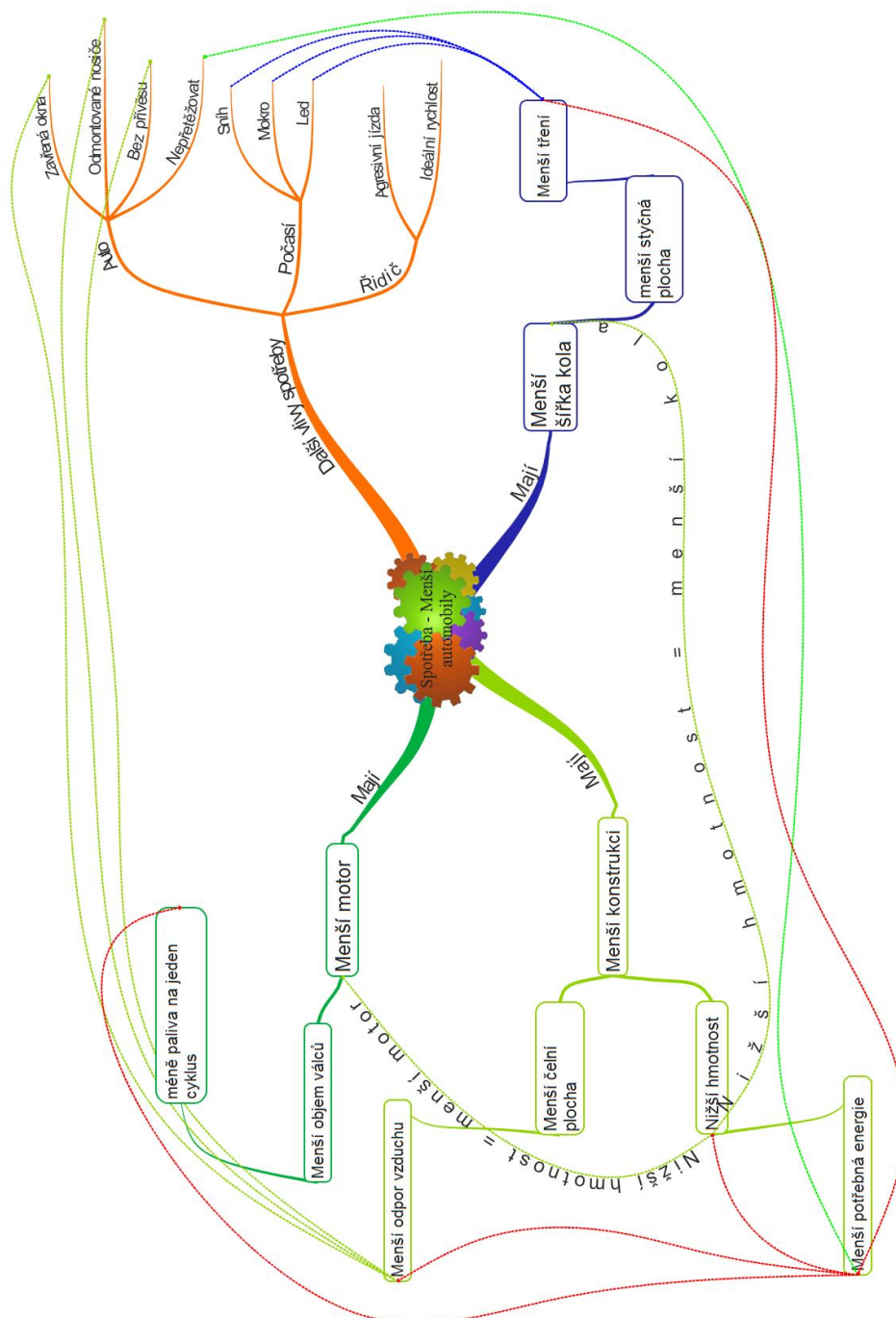
Obrázek 6.7.: Syntézou zjišťujeme že všechny konečné myšlenky mají stejnou myšlenku. Všechny způsobují zmenšení potřebné energie.

Tak jsme na konci našeho bádání, nyní musíme opatřit mapu nejlépe slovním závěrem: **Zmenšením automobilu se zmenší spotřeba paliva, kvůli menší potřebě energie na provoz automobilu zapříčiněný nižší hmotností, menším třením mezi vozovkou a kolem, menším objemem válců motoru a menší odporovou silou vzduchu.**

Pro žáky, kteří jsou nadanější a jsou brzo hotovy, může žák opatřit mapy ilustračními obrázky, vzorečky nebo může být úloha ještě rozšířena o další otázku: **Jaké další okolnosti (konstrukční nebo vlivy vnější) mohou ovlivnit spotřebu jakéhokoliv automobilu?**

Žák postupuje stejným způsobem jako při řešení předchozího problému. Definuje problém, analyzuje ústřední myšlenku, myšlenky dále rozvíjí, poté znovu a individuálně analyzuje, dokud nedojde k finální myšlence a opatří fyzikální teorií,

ověří, zda myšlenky splňují kritéria zadání a zhodnocení slovním závěrem. Výsledek by mohl vypadat asi jako na obrázku 6.8. Samozřejmě si musíme uvědomit, že výsledná mapa žáka se může lišit od našeho pojetí.



Obrázek 6.8.: Rozšíření úlohy o doplňující úlohu.

6.3 Myšlenkové mapování při řešení fyzikálních úloh

Ve fyzice rozlišujeme úlohy kvantitativní a kvalitativní. Rozdíl mezi těmito úlohami je, že při kvantitativních úlohách docházíme k číselnému vyjádření výsledku, kdežto u kvalitativních úloh bývá výsledkem důkaz nebo tvrzení podporující fyzikální zákon, anebo díky fyzikálnímu zákonu docházíme na alternativní řešení problému. V této kapitole se zaměříme na řešení kvantitativních úloh právě za pomoci myšlenkových map.

6.3.1 Strategie při řešení fyzikálních úloh

Abychom se mohli zaměřit na řešení úloh pomocí myšlenkové mapy, musíme si určit strategii při řešení úloh. Při přípravě strategie použijeme stávajících poznatků z Didaktiky fyziky o řešení fyzikálních úloh z didaktiky fyziky pro základní a střední školy od Emanuela Svobody a Růženy Kolářové. [10]

1. **Pozorné přečtení textu** – Největším „kamenem úrazu“ bývá u žáků, že si správně nepřečtou zadání úlohy. Pokud si chybně, nebo nesprávně přečteme úlohu, nemůžeme nikdy správně vyřešit úlohu, zvláště pokud je úloha složitější. Je tedy nutné pozorně pročíst zadání úlohy, někdy i několikrát. Proč? Jak doktor Tesař píše: „Abychom si plně uvědomili jak zadanou fyzikální situaci, tak i všechny podmínky, za kterých je daný problém řešen.“
2. **Zápis zadání** – Abychom se lépe vyznali v zadání a nemuseli pokaždé hledat údaje z někdy i dlouhého zadání, musíme si přehledně vypsát všechny známé i neznámé veličiny. Veličiny zapisujeme včetně značky, číselných hodnot a jednotek. Je více než vhodné u všech zadaných veličin převést jednotky na jednotky, které jsou udávány v soustavě SI. Výpis veličin doplníme o konstanty, které nalezneme v matematicko-fyzikálních tabulkách.
3. **Schématické znázornění situace** – Při lineárním zadání úlohy je někdy velice obtížné si představit fyzikální situaci, proto je výbornou pomůckou schématický náčrt fyzikální situace. Nemusíme být nijak vynikající kreslíři, stačí jednoduché schéma, kde si naznačíme všechny veličiny a působení

jednotlivých zadaných zákonitostí. Nákres si v ideálním případě vytváříme současně při opakovaném čtení zadání úlohy. Nákres nám bude velice pomáhat i při fyzikální analýze.

4. **Fyzikální analýza** – První tři body bychom mohli přiřadit jako přípravné, nyní následuje jedna z důležitějších bodů řešení fyzikálních úloh a to důsledná fyzikální analýza. Ve fyzikální úloze musíme, díky analýze, najít fyzikální zákonitosti. Připsat k modelové situaci příslušný fyzikální zákon, najít fungování a vzájemné sounáležitosti. Uvědomit si co vše bude potřebné pro řešení úlohy.
5. **Obecné řešení** – Úlohu nejprve řešíme pouze na rovině algebraického vyjádření závislosti neznámé veličiny na zadaných veličinách.
6. **Číselné vyjádření** – Pokud máme rovnici v obecném, algebraickém tvaru, již nám stačí pouze dosadit číselné hodnoty známých veličin. Číselné hodnoty musí být v požadovaném tvaru a to musí být v základních jednotkách. Po dosazení a všech matematických úpravách dostáváme číselný výsledek. Výsledek je nutné zaokrouhlit na platný počet číslic. Zaokrouhlit na platný počet číslic se myslí vztah, který závisí na počtu platných číslic zadaných hodnot a použitých konstant. Jestliže to vyžaduje zadání, číselný výsledek opatříme grafem nebo schématem.
7. **Diskuse řešení a ověření platnosti výsledku** – Prověříme platnost výsledku dedukcí, zda nám výsledek nevyšel až moc velký než se očekávalo, nebo naopak moc malý. Realizujeme diskusi z fyzikálního hlediska.
8. **Odpověď** – na položenou otázku úlohy vytvoříme odpověď nejlépe celou větou.

Pokud se podíváme na strategii při řešení kvantitativních úloh a na cyklus řešení problémových úloh (kapitola 7.1) zjistíme, že body cyklu řešení problému a strategie řešení fyzikálních úloh se v mnohém shodují, spíše bych řekl, že cyklu řešení problémových úloh je nadřazený strategii. Proto budeme při řešení úloh používat obou teorií.

6.3.2 Metodika řešení fyzikálních úloh pomocí myšlenkových map

Jak jsme již psali v kapitole předtím, analýza úlohy je stěžejní. Pokud si vezmeme úlohu jednoduchou, i analýza není moc složitá a bude spočívat přinejlepším v napsání jednoho jednoduchého vztahu. Ve složitějších případech se žák musí dopracovávat v několika krocích po použití více fyzikálních zákonů. Při hledání vztahu mezi známými a neznámými veličinami nacházíme další neznámé veličiny, které při dalších úpravách ukrývají veličiny zadané. Pro žáky základních škol je velmi složité se dopracovávat k takovýmto závěrům a analytickým myšlením docházet ke správnému výsledku, hlavně kvůli nedostatečnému matematickému aparátu, abstraktní matematický zápis a matematické úpravy. Pro žáky na základních školách je proto syntetický způsob řešení úloh lépe pochopitelným. Pro žáky je jednodušší postupné počítání dílčích řešení, které nakonec spojí do jednoho výsledku.

Za kolik minut vytáhne motor výtahu o výkonu 50 kW v uhelném dole nákladní výtah, jestliže bude plně naložen. Nosnost výtahu je 7 tun a provozní hmotnost výtahu je 1000 kg. Výtahová šachta je hluboká 1000 metrů pod povrchem.

$$t = \frac{W}{P}$$

$$t = \frac{F \cdot s}{P}$$

$$t = \frac{m \cdot g \cdot s}{P}$$

$$t = \frac{(m_1 + m_2) \cdot g \cdot s}{P} \quad (\text{Obecné řešení})$$

$$t = \frac{(7000 + 1000) \cdot 10 \cdot 1000}{60000} \text{ [s]}$$

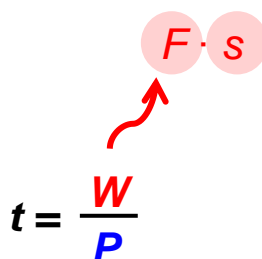
$$\underline{t = 1600 \text{ s} = 26,7 \text{ min}}$$

Předpokládejme, že počáteční tři fáze strategie řešení úloh jako je přečtení textu úlohy, sepsání si zadání a náčrtek schématu funkce vynecháme, protože u obou metod, jak klasické, tak i u metody řešení pomocí myšlenkových map

postupujeme stejně. Stejným principem bude realizován bod 7 a 8, kde diskuse a odpověď je také stejná jako u řešení úloh myšlenkovou mapou.

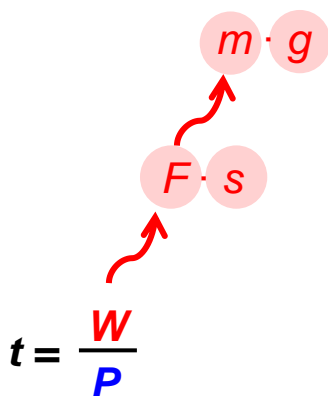
Pro řešení úloh myšlenkovým mapováním je vytvořena posloupnost obrázků po fázích, tak jak je vhodné úlohy řešit. Pro realizaci použijeme předchozí příklad, který jsme řešili v obecné rovině. Po prvotních pár zkušenostech žáků s řešením úloh pomocí myšlenkové mapy, se může grafické znázornění úloh lišit individuálně, je vhodné, aby ze začátku se nastavil se žáky jednotný způsob řešení a ten se dodržoval.

Grafické znázornění řešení úlohy pomocí myšlenkových map:



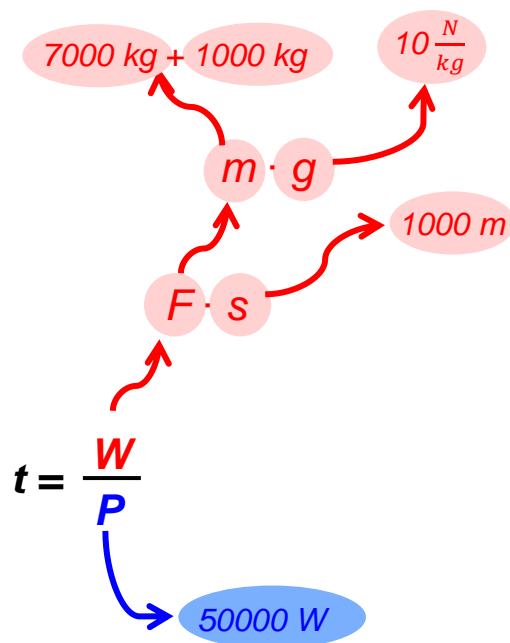
$$t = \frac{W}{P}$$

Obrázek 6.9.: Řešení úlohy pomocí mentálního mapování, 1. fáze - rozvíjení neznámých proměnných ze základního vztahu



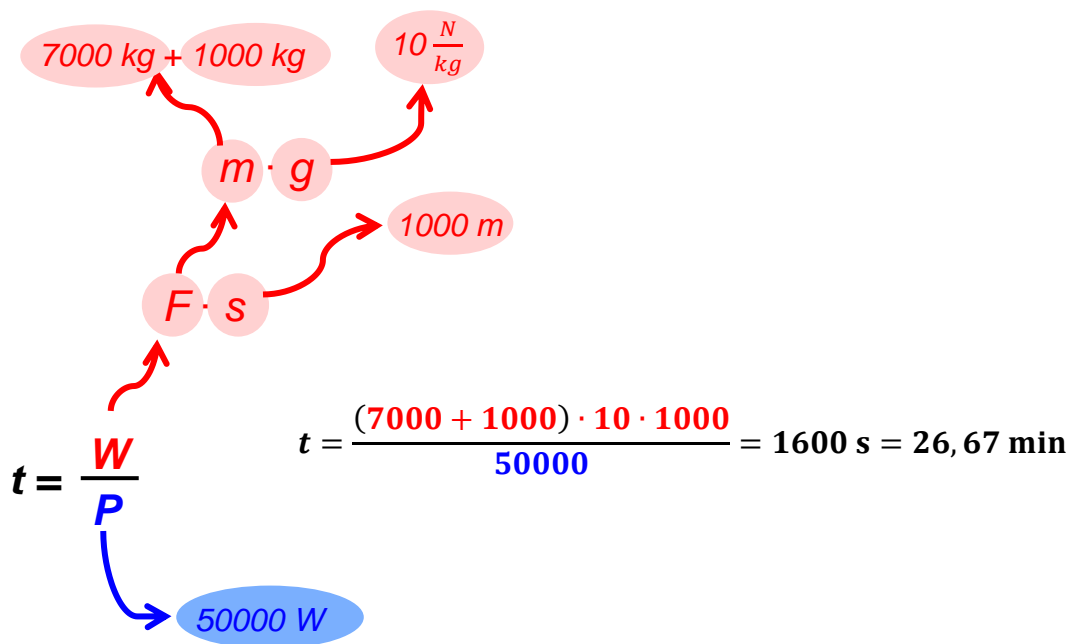
$$t = \frac{W}{P}$$

Obrázek 6.10.: Řešení úloh pomocí mentálního mapování, 2. fáze



Obrázek 6.11.: Řešení úloh pomocí mentálního mapování 3. fáze - dosazení známých veličin číselným vyjádřením

Nyní máme dvě možnosti, jak příklad dopočítat. První z nich je **počítání seshora**. Je to metoda rychlejší, ale při nepozornosti, nebo při velice složitěmu příkladu může docházet k chybnému dosazení veličin.



Obrázek 6.12.: Řešení úloh pomocí mentálního mapování 4. fáze – dosazení číselných hodnot do rovnice a výsledný výpočet

Při počítání **sešhora** bereme každou veličinu a podrobujeme ji porovnání závislostí na každé další veličině. Tím si ověříme správnou matematickou operaci, která bude mezi veličinami. Nejeefektivnější je proto vzít nejvrchnější linii veličin a sepsat si je. V nejvrchnější linii víme, že mezi hmotností m a gravitační konstantou g je přímá úměra.

$$(7000 \text{ kg} + 1000 \text{ kg}) \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$m \cdot g$$

$$(7000 + 1000) \cdot 10$$

Nyní si musí žáci uvědomit, že hmotnost m a gravitační konstanta g jsou pouze rozepsané veličiny místo síly F . Mezi silou F a dráhou s je taktéž přímá úměra, tudíž můžeme zástupné veličiny za sílu F vynásobit s dráhou s . Jelikož na straně dělence již není žádná další veličina, kterou jsme nezahrnuli, a na straně dělitele je pouze jedna známá veličina, můžeme již napsat celý vzorec a dopočítat.

$$t = \frac{(7000 + 1000) \cdot 10 \cdot 1000}{50000} = 1600 \text{ s} = 26,67 \text{ min}$$

V některých případech potřebujeme obecné řešení. Například v případech kdy nemáme zadány žádné číselné hodnoty. V těchto případech můžeme vynechat 4. fázi a místo dosazením číselných hodnot dosadíme pouze značky veličin.

$$t = \frac{W}{P}$$

$$t = \frac{m \cdot g \cdot s}{P}$$

Obrázek 6.13.: Dosazení obecných veličin

Druhou možností jak dopočítat příklad je **analytický postup**. Kdy postupujeme od neznámých veličin po ty známé. Tento postup je názornější, ale pomalejší na vypisování. Nejprve si napíše výchozí vzorec a ten dále rozvíjíme podle neznámých veličin. Na první úrovni s veličinou práce W nemáme žádné další veličiny. Postupujeme dál – Sílu opět neznáme, ale známe dráhu. Zapišeme si vztah za rovnítko a rozepíšeme sílu F . Dráha s se měnit nebude takže si jí opíšeme a za F dosadíme hmotnost a gravitační konstantu. Nyní je názorně vidět, že se vše bude násobit.

$$t = \frac{W}{P} = \frac{F \cdot s}{P} = \frac{m \cdot g \cdot s}{P}$$

Nyní stačí jen dosadit do obecného vzorce a dopočítat výsledek. Pro žáky je tento postup názornější a jednodušší na pochopení.

Velice důležité je, aby byly dodrženy i body strategie, které jsme si neukázali. Žáci musí být vedeni důrazně k dodržování určitých pravidel při řešení úloh. Nezbytnou součástí musí být: vytvoření si přehledu známých a neznámých veličin pro lepší přehlednost v úloze, náčrt jednoduchého schématu, pro lepší analýzu a představu dané problematiky, zamyšlení nad tím zda je postup a jeho výsledek věrohodný a posledním bodem by měla být odpověď na zadanou úlohovou otázku. Pro lepší názornost uvedeme ještě **jeden příklad s kompletním řešením a všemi náležitostmi**.

Zadání: Betonový kvádr o rozměrech 0,5 m, 0,5 m a 1 m se snaží zvednout Karel pomocí páky, aby mohl kvádr naložit do kolečka. Karel váží 90 kg a rameno páky pod kvádrem je dlouhé 0,6 m. Jak dlouhou tyč musí Karel přinést, aby mohl kvádr vyzdvihnout.

Zápis veličin:

$$a = 0,5 \text{ m}$$

$$b = 0,5 \text{ m}$$

$$c = 1 \text{ m}$$

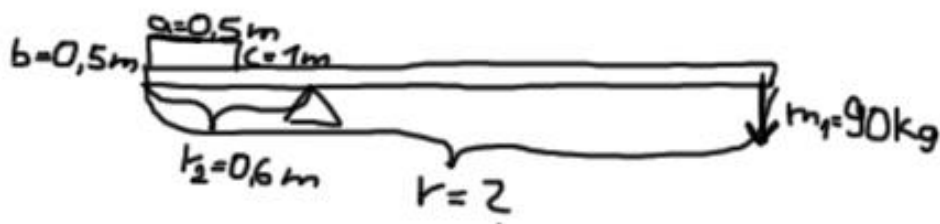
$$m_1 = 90 \text{ kg}$$

$$r_2 = 0,6 \text{ m}$$

$$r = ? [\text{m}]$$

$$\rho = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Schématický náčrtek:



$$F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$$

$$m_1 \cdot g \cdot r_1 = m_2 \cdot g \cdot r_2$$

$$m_1 \cdot g \cdot r_1 = \rho \cdot V \cdot g \cdot r_2$$

$$m_1 \cdot g \cdot r_1 = \rho \cdot a \cdot b \cdot c \cdot g \cdot r_2$$

$$r_1 = \frac{\rho \cdot a \cdot b \cdot c \cdot g \cdot r_2}{m_1 \cdot g}$$

$$r_1 + r_2 = \frac{\rho \cdot a \cdot b \cdot c \cdot g \cdot r_2}{m_1 \cdot g} + r_2$$

$$r = \frac{\rho \cdot a \cdot b \cdot c \cdot g \cdot r_2}{m_1 \cdot g} + r_2 \quad (\text{obecné řešení})$$

$$r = \frac{2400 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 0,6}{90 \cdot 10} + 0,6$$

$$\underline{r = 4,6 \text{ m}}$$

Odpověď: Karel si musí přinést alespoň 4,6 metrů dlouhou tyč, aby mohl kvádr vyzdvihnout

Nyní si ukážeme postup řešení té samé úlohy s využitím myšlenkové mapy.

Začátek je u obou metod úplně stejný, proto si vypíšeme veličiny a uděláme schématický náčrtek:

Zápis veličin:

$$a = 0,5 \text{ m}$$

$$b = 0,5 \text{ m}$$

$$c = 1 \text{ m}$$

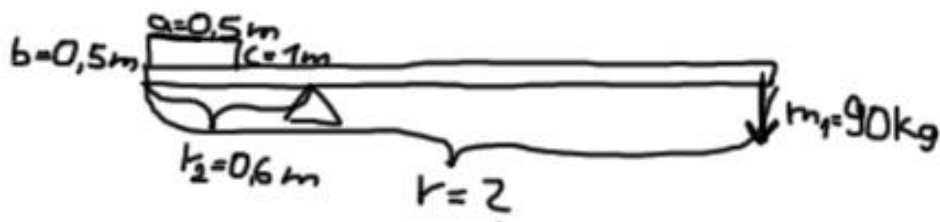
$$m_1 = 90 \text{ kg}$$

$$r_2 = 0,6 \text{ m}$$

$$r = ? \text{ [m]}$$

$$\rho = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Schématický náčrtek:



Nyní podle rovnice pro rovnováhu na páce vyjádříme základní vztah pro výpočet celé délky tyče.

$$F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$$

Z toho vyplývá, že neznámou je r_1 , proto musí žáci nalézt společný vztah pro celkové r a r_1 . Řešení je jednoduché, jen je nutno si uvědomit, že součet obou ramen musí dát délku celé tyče

$$r_1 + r_2 = r \quad \Rightarrow \quad r - r_2 = \frac{F_2 \cdot r_2}{F_1}$$

$$r = \frac{F_2 \cdot r_2}{F_1} + r_2$$

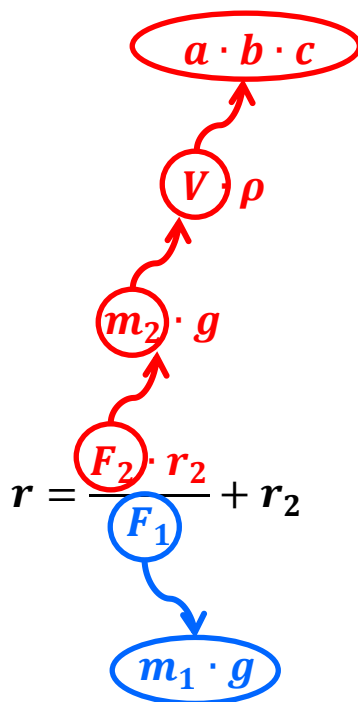
Z této rovnice již můžeme pomocí myšlenkové mapy zahájit výpočet a postupné rozvíjení neznámých veličin na veličiny, které známe, a jsou zadány.

$$r = \frac{F_2 \cdot r_2}{F_1} + r_2$$

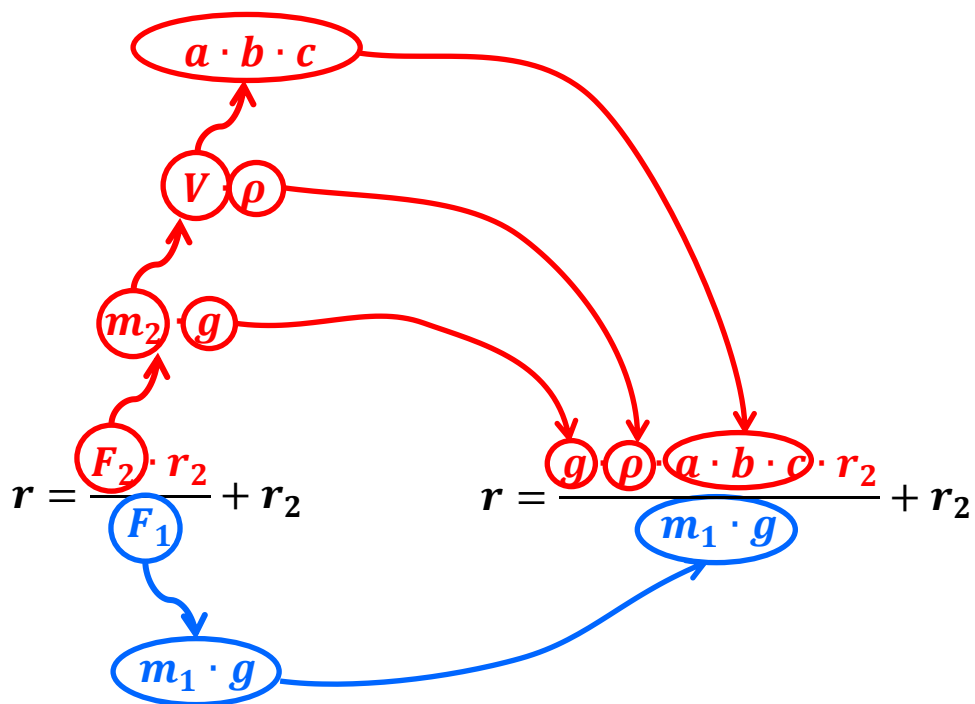
Obrázek 6.14.: Rozvíjení základního vzorce

$$r = \frac{F_2 \cdot r_2}{F_1} + r_2$$

Obrázek 6.15.: Pokud rozvíjení základního vzorce rozkryje další nezadané veličiny, pokusíme se je dále rozložit, abychom mohli úlohu vyřešit.



Obrázek 6.16.: Konečné řešení. Došli jsme ke všem známým proměnným a zjišťujeme, že právě teď je možno úlohu vyřešit.



Obrázek 6.17.: Finální řešení myšlenkové mapy dosadíme do vzorce a vytvoříme tím obecné řešení.

$$r = \frac{F_2 \cdot r_2}{F_1} + r_2 \quad r = \frac{10 \cdot 2400 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 0,6}{90 \cdot 10} + 0,6 = 4,6 \text{ m}$$

Obrázek 6.18.: Dosazení číselných hodnot do vzorce a konečný výpočet.

Odpověď: Karel si musí přinést alespoň 4,6 metrů dlouhou tyč, aby mohl kvádr vyzdvihnout

6.4 Řešení divergentních úloh myšlenkovými mapami

Divergentní úlohy jsou blízce spjaty s divergentním myšlením. Takové myšlení je spojované s kreativním řešením problémů. Divergentním myšlením je popisováno jako kognitivní proces s výsledkem velkého množství myšlenek a řešení. Divergentního myšlení se snažíme dosahovat i ve výuce fyziky a to právě prostřednictvím divergentních úloh. Tyto úlohy nemají jednoznačnou odpověď a každé řešení je originální podle řešitelovy úrovně tvořivosti. Na takovéto úlohy může teoreticky existovat nekonečné množství odpovědí. Typickými úlohami divergentního myšlení je například: „vymyslete co nejvíce ..., co všechno se změní když ... atd.“ [11][12][22]

Pro řešení divergentních úloh je zapotřebí schopnosti tvořivého myšlení. Proč tedy nepoužít myšlenkové mapy jako nástroje tvořivosti pro řešení těchto

úloh? Na jednu divergentní otázku neexistuje pouze jedna odpověď a záleží na řešitelově představivosti, jak tuto úlohu vyřeší.

Metodika řešení těchto úloh je podobná jako řešení problémových úloh.

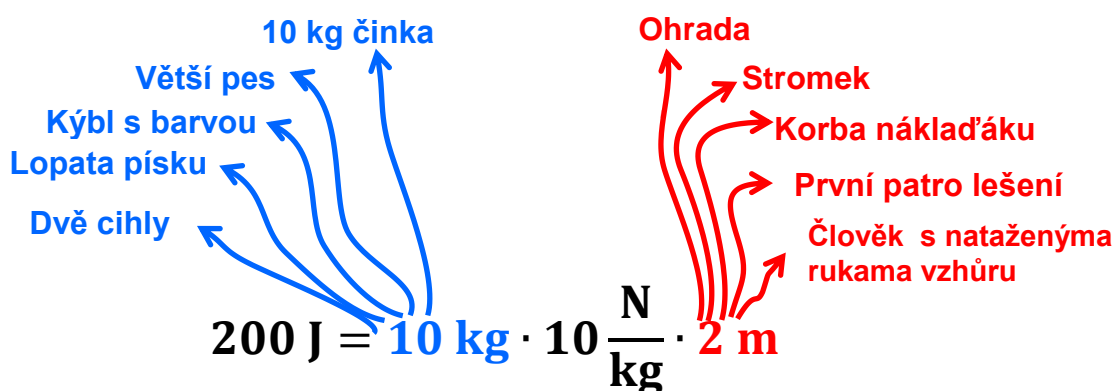
Úloha: Vymyslete alespoň 3 příklady tak, aby výsledná práce vyšla 200 J a počítalo se zde s tíhovým zrychlením g.

$$200 \text{ J} = m \cdot g \cdot s$$

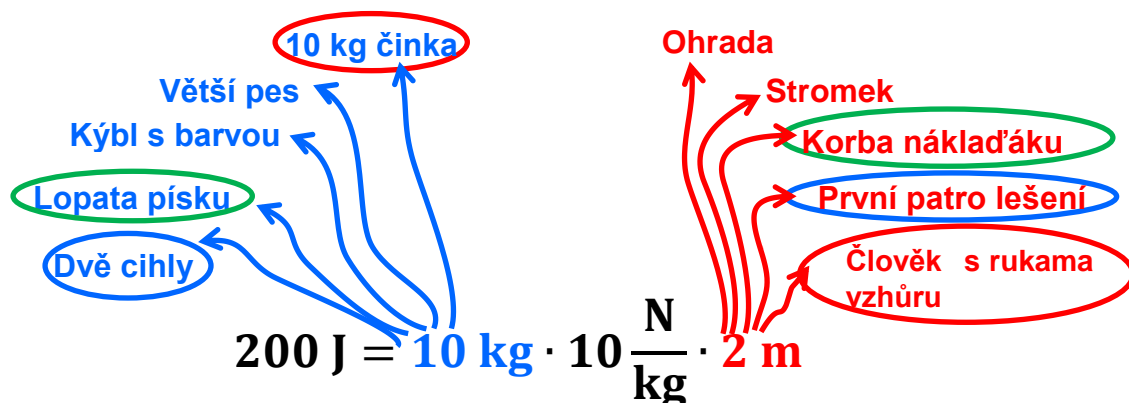
Žáci si musí uvědomit jak vypočítat práci a dále rozvést tento vzorec. Nyní si postupně rozdělí hodnotu 200 J na jimi dané hodnoty, ale vždy tak, aby výsledek byl roven zadání. Pro lepší představu je vhodnější si ke každé veličině dopsat jednotky.

$$200 \text{ J} = 10 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 2 \text{ m}$$

Nyní začneme řešit úlohu pomocí mapy. Ke každé veličině napíšeme co nejvíce zástupců, kteří představují danou hodnotu. Je například nesmysl, aby k deseti kilogramům někdo napsal auto nebo slon.



Nyní můžeme zakroužkováním jednotlivých pojmů, které k sobě patří vytvořit příklad. Teoreticky můžeme pospojovat každý pojem s každým, ale ne všechny pojmy se k sobě hodí.



Příklady řešení úlohy:

- Jak velkou práci musí vykonat člověk, který zvedá desetikilogramovou činku nad hlavu do výšky dvou metrů?
- Bude stačit dělníkovi vykonat práci 200 J, aby vyzvedl dvě pětikilové cihly na dvoumetrové lešení?
- Jak velkou práci vykonáme, pokud hodíme desetikilogramovou lopatu s pískem na dvoumetrovou korbu nákladáku?

Při řešení divergentních úloh se rozvíjí žákova fantazie, kreativita a vštěpují se základy fyzikálního myšlení na jednoduchých příkladech z praxe. Proto mají divergentní úlohy nekonečné množství řešení.

6.4.1 Hodnocení řešení divergentních a problémových úloh

Díky tomu, že mají tyto úlohy rozmanité možnosti odpovědí, by výsledky dvou různých žáků nikdy neměli být stejné. Každý žák má svůj vlastní názor, jiné vědomosti, jiný styl prezentace, má svou vlastní fantazii a každý je jinak tvořivý. Tudiž, učitel má více práce, než kdyby opravoval standardizované testy, kde je jednoznačná odpověď. Každý žák nemá potřebnou fantazii a není každý tak tvořivý, a k tomu by měl učitel přihlížet u hodnocení práce žáka při řešení problémových a divergentních úloh myšlenkovými mapami.

Aby zůstal učitel objektivní a nehodnotil pouze správnost nebo naopak nehodnotil pouze kreativitu žáků, bylo by dobré hodnotit tři aspekty řešení

divergentních a problémových úloh. Správnost, propracovanost, rozmanitost a originalita.

- **Správnost** – Samozřejmostí je, že žák vypracoval úlohu podle zadání a jeho řešení neobsahuje věcné chyby fyzikální podstaty nebo chybné hierarchické umístění.
- **Propracovanost** – hodnotí hlubší a složitější zamyšlení na danou problematiku.
- **Rozmanitost** – Žák pracoval s více než jen jednou hypotézou vedoucí k vyřešení úlohy. Úlohu vyřešil s více variantami odpovědi.
- **Originalita** – Na práci žáka je vidět promyšlenost, fantazie a tvůrčí řešení problematiky. Práce není jednoduchou kopií ostatních příkladů, které vytváří učitel a jsou v hodinách rozebírány hromadně, nýbrž je vidět žákovo zapojení jeho vlastní představivosti.

6.5 Postupné začleňování myšlenkové mapy do výuky

Abychom mohli vůbec nasadit myšlenkové mapování do výuky, je nezbytné zapojit mapy postupně. Pokud učitel nasadí mapy bez průvodního „zaškolení“ žáci mohou brát celou aktivitu jako otravnou a nic neříkající. Dobrým začátkem je, když učitel ukáže, jak se vytváří mapa na velmi jednoduchém příkladu. V tomto jednoduchém příkladu se budou žáci pokoušet vymyslet všechny nápady k ústřední představě, kterou všichni žáci znají, a je jednoduchý na pochopení. Tuto představu nakreslíme doprostřed tabule, můžeme jí opatřit slovním popiskem a všechny nápady žáků se učitel snaží rozmístit okolo centrální myšlenky tak, jak má dopředu připraveno, aby myšlenková mapa směřovala tím směrem, který učitel potřebuje. Učitel poté rozvine diskusi mezi žáky o nadřazenosti a podřazenosti jimi vymyšlených nápadů. Postupně začnou společně spojovat slova a doplňovat jednotlivé vztahy mezi pojmy, které žáci vymysleli, a učitel zapsal okolo. Když je mapa hotova, měl by na závěr učitel celou práci shrnout a objasnit, že tomu co společnými silami vytvořili, se říká myšlenková mapa.

Dále by měl učitel několikrát do své výuky vměstnat realizaci myšlenkové mapy na určitý problém, nebo spíše na ústřední otázku a na tuto otázku se budou

žáci snažit odpovědět pomocí myšlenkové mapy. Občasným přidáním realizace map žáky do výuky vedeme k procvičování této nové metody. Žáci by při těchto cvičných aktivitách neměli být hodnoceni, mělo by vše vézt pouze k diskusi o konstrukčních problémech, jak se jim příště vyvarovat a ujasňování si chybných představ o jednotlivých pojmech a jejich přetvoření na správnou rovinu. Pokud úroveň žákových map bude na dobré úrovni, poté můžeme používat myšlenkové mapy běžně při výuce a již může být žák hodnocen podle vytvořené pojmové mapy.

7 Experimentální část diplomové práce

7.1 Cíle a postup výzkumu

Po nastudování teoretických znalostí z literatury, se nyní musíme zaměřit na ověření teoretických poznatků v reálné situaci. Proto byl stanoven cíl výzkumu: *Ověřit účinnost myšlenkového mapování při řešení kvantitativních úloh ve výuce fyziky a porovnat úspěšnosti experimentální skupiny žáků, vyučovaných za pomoci myšlenkových map, s kontrolní skupinou žáků, vyučovanou klasickou formou výuky.* Experimentální i kontrolní skupinky žáků základních škol nemají žádné zkušenosti s myšlenkovými mapami. Pro budoucí práci s myšlenkovými mapami ve výuce fyziky nám může výzkum poukázat na přednosti i slabiny této inovativní metody. Za jeho pomoci můžeme určit vhodnost nasazení takového testu do procesu vzdělávání fyziky na základních, případně i na středních školách. K vyřešení tohoto výzkumu jsme použili nástroje komparativního experimentu, pro porovnání dvou skupin formou řešení problémové úlohy. Problémová úloha byla sestavena jako složitější kvantitativné úloha.

7.1.1 Stanovení výzkumných hypotéz

Pro vyhodnocení experimentálních údajů použijeme hypotézy k vyjádření našeho stanoviska vůči zkoumané skupině. Jako výchozí budeme používat nulovou hypotézu, která nám srovnává dvě skupiny do stejné roviny. V našem případě se bude jednat o úspěšnost při řešení kvantitativních úloh.

H_0 : Neexistuje rozdíl v úspěšnosti při řešení obtížných kvantitativních úloh mezi experimentální a kontrolní skupinou.

7.1.2 Vstupní parametry skupin

Výzkum byl zahájen na podzim 2013 a byl zadán skupinám po 19 žácích. Pro náš výzkum jsme vybrali paralelní skupiny z devátého ročníku základní školy. Obě skupiny (experimentální a kontrolní) mají stejné počáteční podmínky. Obě skupiny jsou vyučovány stejným učitelem. Předmět fyziky byl vyučován od šestého ročníku a celkově mají fyziku čtvrtým rokem s hodinovou dotací jedné hodiny v

šestém ročníku a dvou hodin v sedmém osmém a devátém ročníku jedné hodiny. Ani jedna skupina nebyla dříve seznámena s učením prostřednictvím mentálních map. Žáci nebyli vybráni do skupin podle prospěchu. Skupiny jsou rovnoměrně obsazeny žáky s různými učitelskými průměry a nerozlišeným pohlavím žáků.

7.1.3 Pretest zjištění prvotních znalostí

V první části našeho výzkumu byl dán úkol zjistit počáteční úroveň znalostí obou skupin v řešení kvantitativních úloh a pozdější porovnání změn experimentální skupiny. Jako pretest jsme vytvořili obtížnější kvantitativní úlohu. Ani jedna skupina nemá předchozí zkušenosti s myšlenkovým mapováním a proto obě skupiny první pretestovou úlohu řeší klasickou metodou.

Demonstrativní řešení pretestové úlohy P1

Komentář: Tento příklad je pro obě skupiny zadán stejně a řeší ji klasickou metodou. Po odevzdání žákovských řešení, je proveden rozbor úlohy pomocí učitele. V experimentální skupině učitel představuje novou metodu řešení úloh pomocí myšlenkových map a pomocí dialogu s žáky dostává instrukce o dalším postupu při jeho řešení. Co nejvíce se snaží, aby žáci byli aktivní při řešení úlohy. Příklad je opatřen schématem, především kvůli názornosti a zavrnutí pochopit příklad jinak.

P1 Za jak dlouho vyčerpá čerpadlo o výkonu 2000 W požární nádrž s šířkou 3 metry, délkou 6 metrů a hloubkou 4 metry, pokud v ní je 2,5 metru vody? Přítok vody do nádrže zanedbejte.

$$a = 6 \text{ m}$$

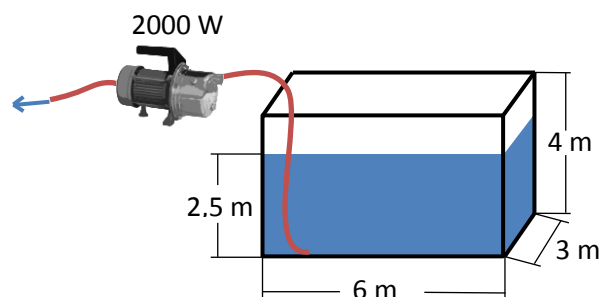
$$b = 3 \text{ m}$$

$$c = 2,5 \text{ m}$$

$$h = 4 \text{ m}$$

$$P = 2000 \text{ W}$$

$$t = ? \text{ [s]}$$

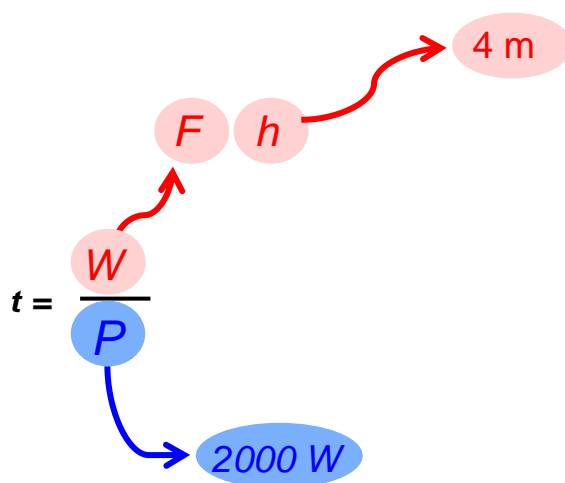


Komentář: Je důležité, aby si žáci uvědomili a vzpomněli na vztah pro výpočet výkonu. Z tohoto vztahu se poté dá lehce matematicky vyvodit vztah pro čas potřebný na odčerpání nádrže. Další možnou překážkou ve výpočtech může být nepochopení hloubky nádrže 4 metrů. Žáci by tento údaj mohli chybně zaměnit za výšku hladiny vody. V tomto případě hloubka celé nádrže je potřebná pro další rozvíjení vzorce – pro výpočet práce čerpadla.

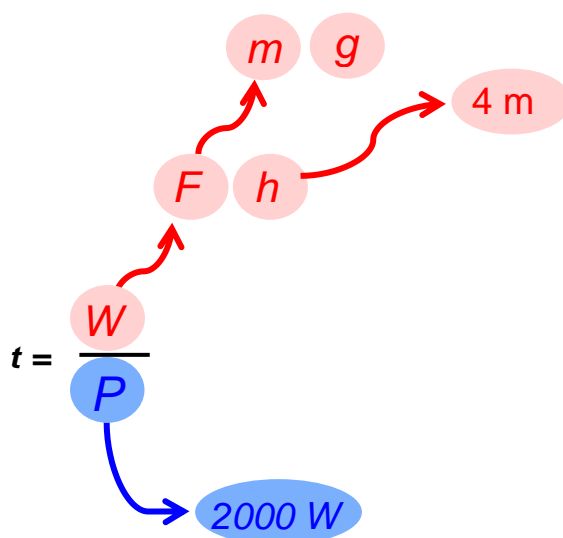
Výpočet:

$$P = \frac{W}{t} \rightarrow t = \frac{W}{P} \quad \text{odvození vzorce pro čas}$$

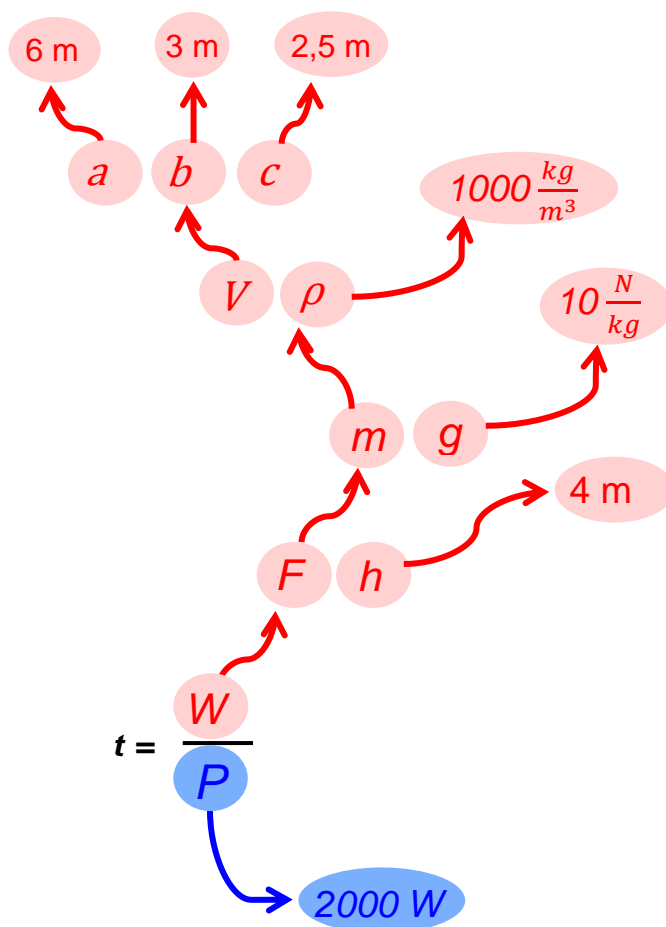
Žákům jsme ukázali, že když nejde příklad hned vypočítat, musíme jednu z veličin rozšířit o další, veličině odpovídající vzorec. Ze základního vzorce zjistíme, že nám chybí číselná hodnota pro práci. Proto musíme řešení úlohy dále zanalyzovat a za práci dosadit vztah pro její výpočet.



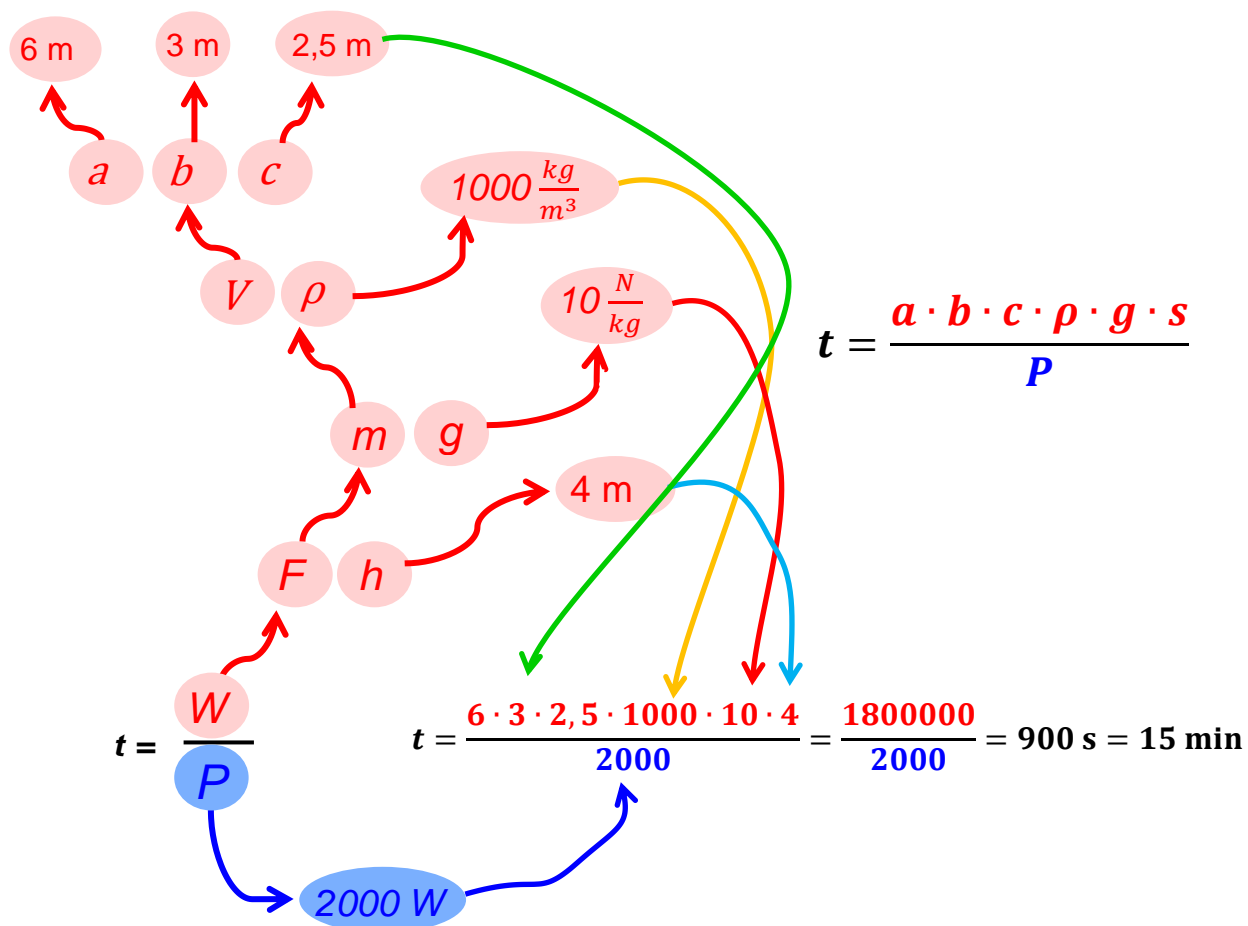
Opět jsme se žáků zeptali, zda lze nyní do vzorců dosadit číselné hodnoty a tak vypočítat úlohu. Zjišťujeme, že vypočítat úlohu nejde. Proto opět musíme dosadit vzorec pro sílu.



Žáci již sami pochopili principiálně funkci myšlenkové mapy a sami zjišťují, že ještě příklad nejde vyřešit a že je nutné opět nahradit neznámé veličiny dalšími vzorci, dokud nelze úlohu vyřešit.



Při analytické části se děti dostali až k dosazení všech proměnných a zjistili, že příklad se již dá vyřešit. Proto jsme přistoupili k další části a to sestavení vzorce pro výpočet času metodou seshora. Dále jsme ukázali jak tuto metodu použít.



Metoda seshora se vyznačuje tím, že jednotlivá čísla dosazujeme do vzorce shora a dáváme pozor na matematické operátory. V našem případě vše násobíme se vším až na výkon P , který je v děliteli. Po dosazení číselných hodnot jednoduše vypočítáme výsledek.

Výsledky pretestu

Po zrealizování pretestu jsme vyhodnotili jeho výsledků. Jednotlivé testy mají **maximální bodový zisk** při splnění všech kritérií **deset bodů**. Při 19 respondentech v každé skupině je celkový počet bodů celé skupiny 190 bodů. Z výsledků jednotlivců skupiny jsme udělali aritmetický průměr a porovnání dvou

skupin bylo na základě porovnání aritmetických průměrů a na celkovém bodovém zisku skupiny.

	Celkový počet bodů	Aritmetický průměr
Experimentální	39 bodů	2,05
Kontrolní	34 bodů	1,79

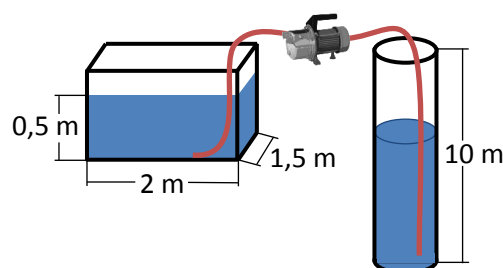
Obě skupiny jsou podle výsledků zhruba na stejné úrovni. Výsledek pretestu naznačuje, že žáci pravděpodobně nemají zkušenosti s řešením podobných obtížnějších úloh.

Následuje instruktáž ve formě řešení další sady obtížnějších úloh. V experimentální skupině jsou v této fázi žáci blíže seznámeni s využitím myšlenkových map při řešení kvantitativních úloh, v kontrolní skupině žáci procvičují řešení úloh pomocí klasických analyticko-syntetických postupů.

V další fázi byla v obou skupinách zadána další úloha již jako verifikační prvek. Opět obě skupiny dostávají stejnou úlohu, pouze experimentální skupina je vyzvána k řešení za pomoci myšlenkové mapy.

7.1.4 Nástroj komparativního experimentu – test

P2 Jak velký výkon čerpadla je potřeba, abychom za 10 minut naplnili zakopaný zahradní bazén 1,5 metrů široký, 2 metry dlouhý a s výškou hladiny 0,5 metru vodou ze studny hluboké 10 metru?



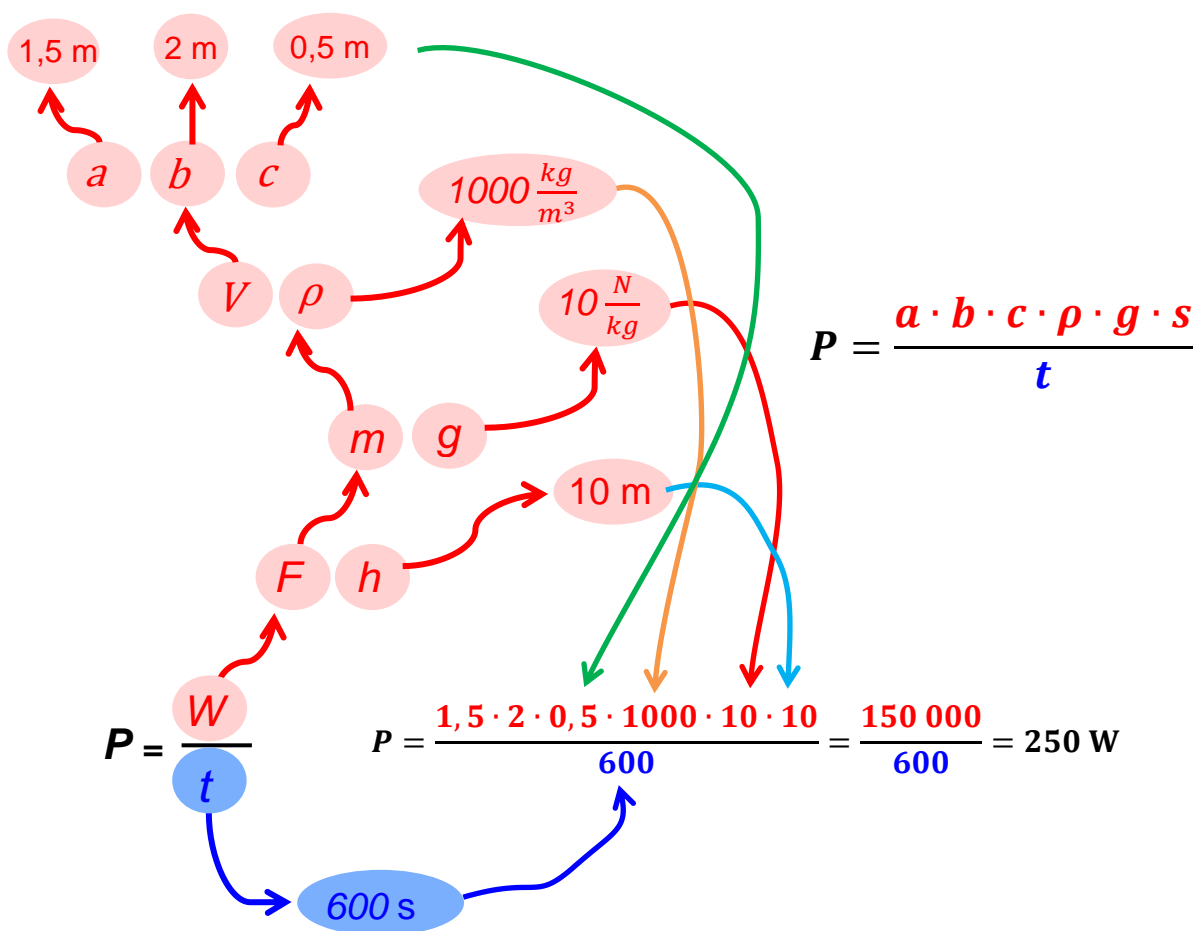
Komentář: Úloha P2 je ve své podstatě podobná úloze P1 hlavními rozdíly je že zde počítáme výkon čerpadla čerpající vodu ze studně do bazénu.

Problematikou tohoto příkladu by mohlo být zavádějící obrázek, kde nebudou vědět, z čeho mají spočítat objem vody, zda z veličin u studny nebo u bazénu. Další problémem by mohlo být uvědomění si, že práce vykonaná čerpadlem spočívá pouze v přesunutí vody do nejvyššího bodu, který tvoří horní okraj studny a že se již nemusí započítávat výška bazénu do celkové dráhy pro výpočet práce.

Důležité je jako u příkladu P1 uvědomit si použití vzorce pro výkon.

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{vzorec pro výkon}$$

Již nebudeme v ukázce vypisovat všechny proměnné, úloha je obdobná úloze P1. Proto zde uvedeme pouze výslednou myšlenkovou mapu.



7.1.5 Metodika zadávání výzkumu

Nejprve jsme museli porovnat znalosti žáků v pretestu a zjistit zda jsou si skupiny rovnocenné. Naladili jsme úlohu P1 jako samostatnou práci. Poté jsme tuto úlohu rozebrali v kontrolní skupině klasicky. V experimentální skupině jsme na této úloze ukázali možnost použití myšlenkové mapy. Dále jsme museli žáky experimentální skupiny naučit pracovat s myšlenkovými mapami. V rámci výzkumu jsme nasadili řešení kvantitativních příkladů za pomoci myšlenkových map do výuky fyziky v devátém ročníku základní školy. Experimentální skupina dále pracovala s myšlenkovými mapami při řešení obtížnějších početních úloh.

Po zhruba třech týdnech výuky touto metodou jsme nasadili test P2 pro zjištění rozdílu a úrovně řešení kvantitativních úloh. Obě skupiny o tomto testu nebyly dopředu informovány a neměli tak možnost se dopředu připravit. Pro vypracování testu byl stanoven čas patnácti minut a za tuto dobu neměli žáci žádnou možnost opisovat ani se radit a rady ze stran učitele byly nepřipustné. Jediné informace sděleny před testem byly, že test nebude klasifikován do jejich prospěchu a experimentální skupině bylo řečeno, že k vyřešení příkladu použít myšlenkovou mapu. Po uplynutí času byl test ukončen a sesbírán, aby se zabránilo dalším úpravám.

7.2 Vyhodnocení výsledků testu

Po shromáždění testů jsme začali tyto výsledky analyzovat. Vzhledem k malému vzorku respondentů jsme nedělali statistickou analýzu. Proto jsme vytvořili bodové ohodnocení testu podle předem stanovených kritérií. Kritéria byla:

- správné jednotlivé vzorce
- správnost jednotlivých větví myšlenkové mapy (výpočet práce, síly, hmotnosti a objemu)
- správnost výsledného obecného vzorce
- správný číselný výsledek s fyzikální jednotkou
- Přehlednost a rozmanitost myšlenkové mapy

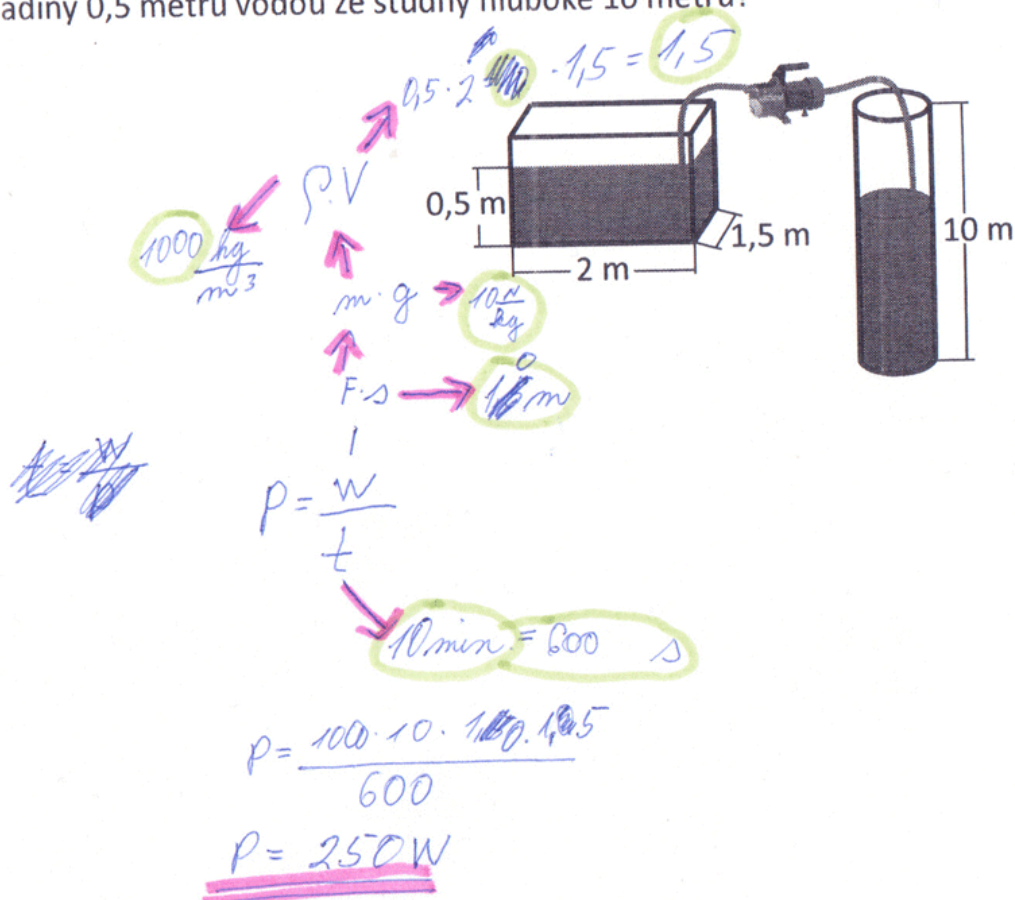
Obodovali jsme stejným způsobem obě dvě skupiny. **Maximální bodový zisk** při splnění všech kritérií byl **deset bodů**. Při 19 respondentech v každé skupině je celkový počet bodů celé skupiny 190 bodů. Z výsledků jednotlivců skupiny jsme udělali aritmetický průměr a porovnání dvou skupin bylo na základě porovnání aritmetických průměrů a na celkovém bodovém zisku skupiny.

	Celkový počet bodů	Aritmetický průměr
Experimentální	159 bodů	8,36
Kontrolní	61 bodů	3,21

Experimentální skupina dosáhla celkového součtu 159 bodů oproti kontrolní skupině, která dosáhla 61 bodů.

Rozbor experimentální práce 1

Jak velký výkon čerpadla je potřeba, abychom za 10 minut naplnili zakopaný zahradní bazén 1,5 metrů široký, 2 metry dlouhý a s výškou hladiny 0,5 metru vodou ze studny hluboké 10 metru?



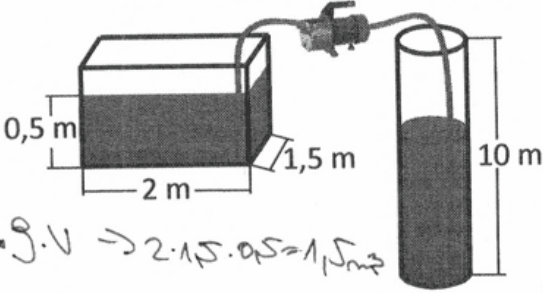
Obrázek 7.1.: Práce žákyně experimentální skupiny

Když se podíváme na řešení úlohy žákyní experimentální skupiny a zjistíme, že úlohu řešila stejným způsobem, jak byla naučena při hodinách fyziky pomocí myšlenkových map. Toto řešení úlohy jsme **ohodnotili devíti body z celkových deseti bodů**. Jeden bod jsme ubrali kvůli nevypsání výsledného obecného vzorce. Bohužel jsme zjistili ještě jednu chybu, která svádí řešitele úlohy pomocí mentálního mapování. Velice často respondenti zapomínali na zápis veličin úlohy a na závěrečnou odpověď, ale tyto aspekty jsme nebrali v úvahu v hodnocení úloh. Jak jsme se obávali a podle přeškrtnutých míst ve vzorci s objemem V a s dráhou s usuzujeme, že respondent počítal objem ze začátku špatně a poté se opravil. Zajímavostí tohoto řešení je převádění jednotek přímo v myšlenkové mapě. Toto počínání přisuzujeme právě chybějícímu zápisu zadání úlohy.

Rozbor experimentální práce 2

Jak velký výkon čerpadla je potřeba, abychom za 10 minut naplnili zakopaný zahradní bazén 1,5 metrů široký, 2 metry dlouhý a s výškou hladiny 0,5 metru vodou ze studny hluboké 10 metru?

$t = 10 \text{ min} \Rightarrow 600 \text{ s}$



$t = \frac{W}{P} \rightarrow F \cdot s \rightarrow F = m \cdot g \rightarrow m = \rho \cdot V \rightarrow 2 \cdot 1,5 \cdot 0,5 = 1,5 \text{ m}^3$

$\rho \cdot V = 1000 \cdot 1,5 = 1500$

$m \cdot g = 10 \cdot 1500 = 15000$

$F \cdot s = 15000 \cdot 10 = 150000$

$W = 150000$

$P = \frac{W}{t} = \frac{150000}{600} = 250$

Obrázek 7.2.: Práce žáka experimentální skupiny

Tato práce je velice zajímavá v provedení myšlenkové mapy. Respondent napíše základní vztah pro výpočet času, i když by mohl rovnou tento vztah převést do tvaru výpočtu výkonu. Žák si pravděpodobně zapamatoval vzorec pro čas z dřívější hodiny. Protože neznámou veličinou je výkon a ne čas, je důležité vycházet z neznámých a základních vzorců a ty pak upravovat, proto. Za tuto chybu **strháváme jeden bod**. Při řešení této úlohy vytváří mapu pouze s „kmenem“ myšlenkové mapy. Nerozvíjí myšlenkovou mapu do stran a místo toho si vypisuje neznámé proměnné hned pod myšlenkovou mapu do podoby vzorců. Sice je to zajímavé řešení, ale takovéto řešení je zmatečné, není ani myšlenkovou mapou a při menší nepozornosti by se mohl řešitel ztratit. Díky tomu **strháváme další bod**. Bohužel i tady ne nesečkáme se zápisem veličin, pouze převedením času z minut na sekundy a nenalzáme ani odpověď. Číselný výsledek je udán bez jednotky **je také důležitá chyba**. Takto vyřešený příklad jsme ohodnotili **sedmi body z deseti**

Rozbor kontrolní práce

Jak velký výkon čerpadla je potřeba, abychom za 10 minut naplnili zakopaný zahradní bazén 1,5 metrů široký, 2 metry dlouhý a s výškou hladiny 0,5 metru vodou ze studny hluboké 10 metru?

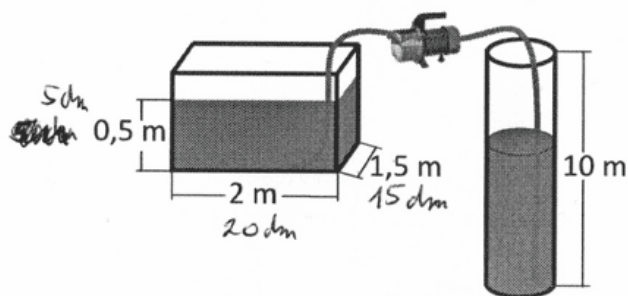
$$\begin{aligned} S &= a \cdot b \cdot c \\ S &= 2 \cdot 0,5 \cdot 1,5 \\ S &= 1 \cdot 1,5 \\ S &= 1,5 \end{aligned}$$

$$S = a \cdot b \cdot c$$

$$S = 20 \cdot 5 \cdot 15$$

$$S = 100 \cdot 15$$

$$S = 1500 \text{ dm}^3 = \underline{1500 \text{ l}} \cdot \underset{\substack{\text{10 min} \\ \downarrow \\ \text{do hodiny}}}{6} = \underline{9000 \text{ l/hod}}$$



Obrázek 7.3.: Práce žáka kontrolní skupiny

I když jsme nasadili v počáteční fázi testování v obou skupinách úlohu s obdobným příkladem, kterou jsme jim celou okomentovali a vysvětlili, většina žáků počítala výkon jako objem vody protékající čerpadlem za časovou jednotku. Většinou průtok čerpadlem za hodinu, nebo dokonce za deset minut. To bylo zapříčiněné rozdílným pojetím fyzikální veličiny výkonu u čerpadel od vyučujícího kontrolní skupiny. I když z této ukázky to není patrné tak většina respondentů z kontrolní skupiny dodržela formality: zápis veličin a odpověď. Bohužel takto řešený příklad jsme nemohli ohodnotit lépe **než třemi body z desíti**.

Ověření hypotézy

Z výsledků testu jsme dospěli k závěrům, které potvrdí a vyvrátí stanovenou hypotézu. Výsledky sondy ukazují, že respondenti z experimentální skupiny lépe řešili úlohu než respondenti z kontrolní skupiny. Proto zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme alternativní:

H_1 : Experimentální skupina byla úspěšnější při řešení úlohy pomocí myšlenkové mapy.

Závěr výzkumu

Výsledky sondy naznačují, že experimentální výuka fyziky za pomoci myšlenkového mapování by mohla přispět k rozvoji dovedností řešení obtížnějších početních fyzikálních úloh lépe než tradiční výuka. Musíme ale vzít v úvahu, že tento test byl nasazen na malém vzorku respondentů, tudíž nemusí být výsledky validní. Proto tento výzkum poslouží spíše jako pretest pro další výzkum myšlenkových map ve výuce fyziky.

Pro výběr přibližně stejných skupin a případnou korekci výsledků jsme zahrnuli do výzkumu pretest, který měl za úkol zjistit prvopočáteční znalosti a dovednosti respondentů. Z tohoto pretestu nám vyšlo, že jsou skupiny zhruba na stejné úrovni, experimentální skupina má o trochu lepší výsledky než kontrolní skupina. Celkově však pretest dopadl v obou skupinách špatně. Usuzujeme z toho, že respondenti obou skupin nemají předchozí zkušenosti s řešením obtížnějších fyzikálních úloh.

Hlavním znakem experimentálního testu je až velká rozdílnost mezi experimentální a kontrolní skupinou. Tento výsledek může být částečně připsán nedostatečné motivaci žáků kontrolní skupiny, kteří byli před zadáním testovací úlohy informováni, že řešení úlohy nebude hodnoceno.

Dále jsme srovnali výsledky pretestu a experimentálního testu. Z výsledků je patrné, že při práci v experimentální skupině s myšlenkovými mapami dosáhli respondenti experimentální skupiny během tří týdnů výrazného zlepšení. I žáci kontrolní skupiny se zlepšili, ale výsledek nedosahoval takového zlepšení jako u skupiny experimentální. Důvody tohoto rozdílu jsme již popsali. Musíme také poukázat na malý testovací vzorek respondentů a díky tomu může docházet k výchytkám testu.

Při výuce v experimentální skupině s myšlenkovými mapami bylo vidět na respondentech zvýšení motivace, ve třídě panovala při řešení úloh dobrá nálada a při práci ve skupině bylo nadšení z práce ještě vyšší. Řešené úlohy při výukových hodinách byly zhruba stejně obtížné jako naše ukázkové úlohy P1 a P2. I tak bylo hodně jedinců, kteří tyto úlohy vyřešili správně, i když příklady byly označeny jako středně těžké pro střední školy.

8 Závěr

Tony Buzan vymyslel myšlenkové mapování, nástroj pro zefektivnění našeho myšlení, v šedesátých letech minulého století. I když je tato metoda zhruba padesát let stará, myšlenkové mapování jako inovativní vzdělávací nástroj přišel do našich škol teprve nedávno. Jako první začaly výuku pomocí myšlenkového mapování prosazovat alternativní školy jako waldorfská škola nebo škola Marie Montessori, ale nyní se tento fenomén pomalu přesunuje i na klasické základní a střední školy. Z tohoto důvodu jsme se zaměřili na použití myšlenkových map ve výuce fyziky.

Myšlenkové mapy jakožto nástroj pro organizování času, rozvržení pracovní náplně, celkové zefektivnění mentálních procesů se osvědčil bezkonkurenčně. Ovšem bylo nutné tyto poznatky o myšlenkovém mapování uchopit jiným způsobem a tuto teorii přetransformovat, aby byla lépe použitelná při výuce fyziky. Tento nástroj můžeme použít ve výuce fyziky prakticky na jakoukoliv část výuky, my jsme se zaměřili na tyto metodické části výuky:

- Při prezentaci výuky – myšlenková mapa jako mapa pojmů
- Diagnostika znalostí – slepá mapa
- Řešení problémových úloh – myšlenková mapa jako mapa pojmů
- Řešení divergentních úloh
- Řešení kvantitativních úloh

Jsme přesvědčeni, že lze vytvořit ještě mnoho užitečných metodických prostředků z tohoto inovativního nástroje, jako například:

- Projektová výuka
- Seminární práce
- Skupinové práce
- Práce myšlenkových map s interaktivní tabulí

Při vytváření metodických nástrojů myšlenkového mapování, jsme došli k závěru, že konceptuálně je možné postavit výuku fyziky na práci s myšlenkovými

mapami. Tyto závěry jsme se pokusily ověřit i v praxi. (viz experimentální část diplomové práce)

Reference

- [1] BUZAN, Tony. *Mentální mapování*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2007, s. 165. ISBN 978-80-7367-200-3.
- [2] BUZAN, Tony. In: Tony Buzan: *Inventor of mind mapping* [online]. 2011 [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <http://www.tonybuzan.com/>
- [3] ČERNÝ, Michal. *Historie myšlenkových map*. Myšlenkové mapy [online]. 2011 [cit. 2013-08-10]. Dostupné z: <http://www.myslenkove-mapy.cz/myslenkove-mapy/historie-myslenkovych-map/>
- [4] D'ANGELO, Cynthia a Stephanie TOUCHMAN. Constructivism. *Education.com* [online]. 2009 [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: <http://www.education.com/reference/article/constructivism/>
- [5] Health mindmap. In: *Learning fundamentals* [online]. 2013 [cit. 2013-03-19]. Dostupné z: <http://www.learningfundamentals.com.au/wp-content/uploads/health-map.jpg>
- [6] ČECHOVÁ, B. *Mýtus pravé hemisféry*. [online] dostupné z <http://psychologie.cz/mytus-prave-hemisfery/> [cit. 19.03.2013].
- [7] HOLUBOVÁ, Renata. *Aktuální problémy výuky fyziky na střední škole*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011, s. 27-32. ISBN 978-80-244-2740-9.
- [8] PRŮCHA, Jan, Eliška WALTEROVÁ a Jiří MAREŠ. *Pedagogický slovník*. 6., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Portál, 2009, 395 s. ISBN 978-807-3676-476.
- [9] STERNBERG, Robert J. *Kognitivní psychologie*. Vyd. 2. Překlad František Koukolík. Praha: Portál, 2009, 636 s. ISBN 978-80-7367-638-4.
- [10] SVOBODA, Emanuel a Růžena KOLÁŘOVÁ. *Didaktika fyziky základní a střední školy: vybrané kapitoly*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006, 230 s. ISBN 80-246-1181-3.
- [11] MEŠKAN, Václav. *Metodika tvořivé výuky fyziky na základní škole* [online]. Plzeň, 2010 [cit. 2013-10-14]. Dostupné z: <http://kof.zcu.cz/st/rz/prace/meskan.pdf>. Rigorózní práce. Západočeská univerzita v Plzni Pedagogická fakulta Katedra obecné fyziky.
- [12] MEŠKAN, Václav. *Didaktické aspekty rozvoje kreativity ve výuce fyziky na základní škole* [online]. 2013 [cit. 2013-11-03]. Disertační práce. ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA v PLZNI, Fakulta pedagogická. Dostupné z: <https://portal.zcu.cz/StagPortletsJSR168/KvalifPraceDownloadServlet?typ=1&adipidno=56849>
- [13] DACEY. *Kreativita*. Vyd. 1. české. Praha: Grada, 2000, 250 s. ISBN 80-716-9903-9.
- [14] Torrance Tests of Creative Thinking: The Torrance Tests of Creative Thinking is a test of creativity. *Haaram* [online]. 2013 [cit. 2013-10-15]. Dostupné z: <http://www.haaram.com/CompleteArticle.aspx?aid=605941&In=hi>

- [15] LIPMAN, Joanne. Do škol je třeba vrátit disciplínu a dril. *Patria Online* [online]. 2013 [cit. 2013-10-16]. Dostupné z: <http://www.patria.cz/zpravodajstvi/2449700/do-skol-je-treba-vratit-disciplinu-a-dril.html>
- [16] VALIŠOVÁ, Alena a Hana KASÍKOVÁ. *Pedagogika pro učitele* [online]. Vyd. 1. Praha: Grada, 2007, 402 s. [cit. 2013-10-30]. *Pedagogika* (Grada). ISBN 978-802-4717-340. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=zTB4Rlnz-rgC&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false>
- [17] MOLNÁR, Josef, Slavomíra SCHUBERTOVÁ a Vladimír VANĚK. *Konstruktivismus ve vyučování matematice*: [učební text] [online]. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2008, 79 s. [cit. 2013-11-12]. ISBN 978-80-244-1883-4. Dostupné z: <http://esfmoduly.upol.cz/publikace/molnar.pdf>
- [18] HEJNÝ, Milan. Transmisivní a konstruktivistický přístup učitele. HEJNÝ, Milan et al. *Dvacet pět kapitol z didaktiky matematiky* [online]. Praha: Univerzita Karlova v Praze - Pedagogická fakulta, 2004, s. 53-54 [cit. 2013-11-12]. 1. sv. ISBN 80729018931.
- [19] Constructivism as a Paradigm for Teaching and Learning. *Thirteen: ed online* [online]. 2004 [cit. 2013-11-12]. Dostupné z: <http://www.thirteen.org/edonline/concept2class/constructivism/index.html>
- [20] Problémové vyučování. Základní škola 8. května 63, Šumperk [online]. 2006 [cit. 2013-11-12]. Dostupné z: http://www.hluchak.cz/ssp/5_metody_problemy.html
- [21] BERTRAND, Yves. *Soudobé teorie vzdělávání* Přel. O. Selucký. 1.vyd. Praha: Portál, 1998, 247 s. ISBN 80-717-8216-5.
- [22] MEŠKAN, Václav. Využití pojmových a myšlenkových map ve výuce fyziky. *Matematika, fyzika, informatika: časopis pro výuku na základních a středních školách*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1991-2013, roč. 20, č. 8.
- [23] CHERRY, Kendra. Left Brain vs Right Brain. *About.com: psychology* [online]. 2012 [cit. 2013-11-22]. Dostupné z: <http://psychology.about.com/od/cognitivepsychology/a/left-brain-right-brain.htm>
- [24] The Brain's Left and Right Sides Seem to Work Together Better in Mathematically Gifted Middle-School Youth. *American Psychological Association* [online]. 2004 [cit. 2013-11-22]. Dostupné z: <http://www.apa.org/news/press/releases/2004/04/interhemispheric.aspx>
- [25] Corning, Peter A. "Synergy and Self-Organization in the Evolution of Complex Systems", *Systems Research*,12(2): 89-121. [online]. 1995 [cit. 2013-11-22]. Dostupné z: <http://www.complexsystems.org/publications/pdf/synselforg.pdf>